



**KARAKTERISTIK FISIK DAN KIMIA *CHIP* UMBI GADUNG DAYAK
(*Dioscorea hispida* Dennts), UWI UNGU (*Dioscorea alata*) DAN KENTANG
UDARA (*Dioscorea bulbifera*) TERFERMENTASI MENGGUNAKAN
SUMBER INOKULUM BERBEDA**

SKRIPSI

Oleh

**RAHAYU NAGURA BAKTI
121710101043**

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**KARAKTERISTIK FISIK DAN KIMIA *CHIP* UMBI GADUNG DAYAK
(*Dioscorea hispida* Dennts), UWI UNGU (*Dioscorea alata*) DAN KENTANG
UDARA (*Dioscorea bulbifera*) TERFERMENTASI MENGGUNAKAN
SUMBER INOKULUM BERBEDA**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian (S1)
dan memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh

**RAHAYU NAGURA BAKTI
121710101043**

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat dan karuniaNYA yang luar biasa kepada saya;
2. Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan syafaatNYA kepada saya;
3. Orang tua tercinta Ayahanda Subekti dan Ibunda Eni Kasmawatiningsih yang selalu memberikan semangat dan doa yang tidak pernah putus terhadap saya;
4. Saudara dan keluarga besar tersayang yang senantiasa menjadi penyemangat saya;
5. Semua pahlawan tanpa tanda jasa yang selalu memberikan ilmu-ilmu bermanfaat buat saya;
6. Sahabat-sahabat tercinta mulai dari SD, SMP, SMA dan kuliah yang selalu memberi semangat dan perhatiannya kepada saya;
7. Almamater tercinta Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan lain), dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap”

(QS. Al-Insyirah : 6-8)*

Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu, Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui.

(QS. Al-Baqarah (1))*

Man Jadda Wa Jadda, Man Shabara Zhafira

(Barang siapa bersungguh-sungguh akan sukses dan barang siapa bersabar akan beruntung)**

* Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. Al-Qur'an dan Terjemahannya. Semarang: PT. Karya Toha Putra

** Fuadi, A. 2010. *Ranah Tiga Warna*. Jakarta: PT. Gramedia

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rahayu Nagura Bakti

NIM : 121710101043

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “**Karakteristik Fisik dan Kimia *Chip Umbi Gadung Dayak (Dioscorea hispida Dennts)*, Uwi Ungu (*Dioscorea alata*) dan Kentang Udara (*Dioscorea bulbifera*) Terfermentasi Menggunakan Sumber Inokulum Berbeda**” adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan kepada institusi manapun dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 28 Juni 2019
Yang menyatakan.

Rahayu Nagura Bakti
NIM. 121710101043

SKRIPSI

**KARAKTERISTIK FISIK DAN KIMIA *CHIP* UMBI GADUNG DAYAK
(*Dioscorea hispida* Dennts), UWI UNGU (*Dioscorea alata*) DAN KENTANG
UDARA (*Dioscorea bulbifera*) TERFERMENTASI MENGGUNAKAN
SUMBER INOKULUM BERBEDA**

Oleh

**RAHAYU NAGURA BAKTI
121710101043**

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Dr. Yuli Witono, S.TP.,MP

Dosen Pembimbing Anggota : Ardiyan Dwi Masahid, S.TP.,MP

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Karakteristik Fisik dan Kimia *Chip* Umbi Gadung Dayak (*Dioscorea hispida* Dennts), Uwi Ungu (*Dioscorea alata*) dan Kentang Udara (*Dioscorea bulbifera*) Terfermentasi Menggunakan Sumber Inokulum Berbeda**” karya Rahayu Nagura Bakti 121710101043 telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Jumat/28 Juni 2019

tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Prof. Dr. Yuli Witono, S.TP., M.P
NIP. 196912121998021001

Ardiyani Dwi Masahid, S.TP., M.P
NIP. 198503292019031011

Tim Penguji:

Ketua

Anggota

Ir. Giyanto, M.Sc
NIP. 196607181993031013

Dr. Nurhayati, S.TP., M.Si
NIP. 197904102003122004

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng
NIP. 196809231994031009

RINGKASAN

Karakteristik Fisik dan Kimia *Chip* Umbi Gadung Dayak (*Dioscorea hispida* Dennts), Uwi Ungu (*Dioscorea alata*) dan Kentang Udara (*Dioscorea bulbifera*) Terfermentasi Menggunakan Sumber Inokulum Berbeda; Rahayu Nagura Bakti; 121710101043; 2019; 56 halaman; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian; Fakultas Teknologi Pertanian; Universitas Jember.

Indonesia kaya akan berbagai jenis tanaman umbi-umbian, baik yang dibudidayakan maupun yang hidup liar di hutan. Seperti umbi gadung dayak, uwi ungu dan kentang udara. Setiap umbi memiliki kadar racun atau asam sianida (HCN) yang berbeda-beda. HCN adalah suatu racun kuat yang menyebabkan asfiksia. Dari ketiga jenis umbi tersebut kadar asam sianidanya masih tergolong tinggi sehingga perlu adanya penurunan kadar HCN agar dapat dikonsumsi. Kandungan asam sianida (HCN) sampai 50 ppm atau 50 mg/kg masih dalam kadar aman untuk dikonsumsi. Secara tradisional, dikenal beberapa proses pengolahan umbi untuk mengurangi kadar sianida (HCN), antara lain dengan cara pencucian, perendaman, pemasakan, dan pengeringan hingga terbentuk gapek. Akan tetapi proses-proses tersebut memiliki kekurangan, salah satunya adalah kandungan nutrisi pada umbi akan menurun, sehingga dipilih salah satu metode yang dapat mengatasi kekurangan dari proses tersebut, salah satu metode yang digunakan adalah fermentasi. Berdasarkan hal tersebut, dibutuhkan penelitian tentang uji penurunan kadar asam sianida pada ketiga jenis umbi dengan menggunakan sumber inokulum yang berbeda untuk mengetahui karakteristik sifat fisik dan kimia *chip* umbi gadung dayak, uwi ungu dan kentang udara terfermentasi menggunakan sumber inokulum yang berbeda.

Penelitian ini terbagi dari dua tahapan yaitu pembuatan aquades steril dan pembuatan *chip* umbi terfermentasi. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga kali ulangan setiap perlakuan. Terdapat 9 perlakuan yaitu A1B1, A1B2, A1B3, A2B1, A2B2, A2B3, A3B1, A3B2, dan A3B3. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif.

Proses fermentasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu fermentasi menggunakan ragi tape sebesar 1% b/b, fermentasi menggunakan ragi roti sebesar

1% b/b dan fermentasi secara alami. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fermentasi menggunakan ragi roti dapat menurunkan kadar air dan kadar abu pada ketiga jenis umbi. Hal ini berbanding terbalik dengan kadar HCN, kadar protein, kadar lemak, kadar pati dan serat pangan, umbi yang difermentasi menggunakan ragi tape memiliki hasil yang rendah. Kadar HCN terendah yaitu pada kentang udara yang difermentasi menggunakan ragi tape sebesar 6,8mg/kg. Kadar air terendah pada gadung dayak yang difermentasi menggunakan ragi roti sebesar 76,48% sedangkan kadar abu terendah pada kentang udara yang difermentasi menggunakan ragi roti sebesar 0,53%. Kadar lemak pada gadung yang difermentasi menggunakan ragi tape memiliki nilai yang paling tinggi diantara umbi yang lainnya yaitu 0,98%. Kadar protein dan serat pangan, uwi ungu memiliki hasil yang tinggi yaitu sebesar 3,70% dan 4,21%.

SUMMARY

Physicochemical Characteristic of Chips made from Yam (*Dioscorea hispida* Dennts), Purple Yam (*Dioscorea alata*), and Air Potatoes (*Dioscorea bulbifera*) Fermented by Different Inoculum; Rahayu Nagura Bakti; 121710101043; 56 pages: Department of Agricultural Product Technology; Faculty of Agricultural Technology; Jember University.

Indonesia is rich in various types of tubers, both cultivated and those that live wild in the forest. Like yam, purple yam and air potatoes. Each tuber has different levels of toxicity or cyanide acid (HCN). HCN is a strong poison that causes asphyxia. Of the three types of tuber, the level of cyanide acid is still relatively high so it is necessary to decrease HCN levels to be consumed. Cyanide acid (HCN) content up to 50 ppm or 50 mg / kg is still safe for consumption. Traditionally, several tuber processing processes have been known to reduce the levels of cyanide (HCN), among others by washing, soaking, cooking, and drying until dried cassava is formed. However, these processes have deficiencies, one of which is the nutrient content in the tuber will decrease, so that one method is chosen that can overcome the shortcomings of the process, one method used is fermentation. Based on this, research is needed on the test of decreasing the levels of cyanide acid in all three tubers using different inoculum sources to determine the physical and chemical characteristics of the yam, purple yam and fermented air potato chips using different sources of inoculum.

This research is divided into two stages, namely making sterile aquades and making fermented tuber chips. The experimental design used was a Completely Randomized Design (CRD) with three replications of each treatment. There are 9 treatments, namely A1B1, A1B2, A1B3, A2B1, A2B2, A2B3, A3B1, A3B2, and A3B3. The data obtained were analyzed descriptively.

The fermentation process used in this study is fermentation using tape yeast at 1% b/b, fermentation using bread yeast by 1% b/b and natural fermentation. The results showed that fermentation using bread yeast can reduce water content and ash content in all three tuber types. This is inversely proportional to HCN content, protein content, fat content, starch content and dietary fiber, fermented

tubers using tape yeast have a low yield. The lowest level of HCN is in fermented air potato using yeast tape as thick as 6.8 mg / kg. The lowest water content in fermented yam using bread yeast was 76.48% while the lowest ash content in fermented air potato using bread yeast was 0.53%. Fat content in fermented yam using tape yeast has the highest value among the other tubers, which is 0.98%. Protein levels and dietary fiber, purple uwi has high yields of 3.70% and 4.21%.

PRAKATA

Rasa syukur kehadiran Allah SWT yang tak pernah lupa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya yang luar biasa besar, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Karakteristik Fisik dan Kimia *Chip Umbi Gadung Dayak (Dioscorea hispida Dennts)*, Uwi Ungu (*Dioscorea alata*) dan Kentang Udara (*Dioscorea bulbifera*) Terfermentasi Menggunakan Sumber Inokulum Berbeda**” dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karenanya penulis menyampaikan rasa terima kasih yang teramat dalam kepada:

1. Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
2. Dr. Ir. Jayus, selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
3. Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App., Sc, selaku dosen pembimbing akademik yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
4. Prof. Dr. Yuli Witono, S.TP., M.P, selaku dosen pembimbing utama yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam membimbing penelitian skripsi ini;
5. Ardiyan Dwi Masahid, S.TP., M.P, selaku dosen pembimbing anggota yang telah memberikan arahan dan perbaikan dalam penyusunan skripsi ini;
6. Ir. Giyarto, M.Sc. dan Dr. Nurhayati, S.TP.,M.Si selaku tim penguji yang telah memberikan kritik, saran, serta bimbingan yang membangun dalam perbaikan penulisan skripsi ini;
7. Ayahanda Subekti dan Ibunda Eni Kasmawatiningsih, serta keluarga besar, terima kasih atas segala doa, kasih sayang, semangat dan motivasi yang tak terhingga dan sangat luar biasa;

8. Saudara-saudaraku, Venthly, Mahwastu, Adhika, Rahadian, Rania, Bayu, Anindya, Mas Hendri, dan Mas Danis, terima kasih atas dukungan, doa dan motivasi yang tak terhingga dan sangat luar biasa;
9. Teman-teman penelitian tim proyek umbi, Hera, Nur, (almh) Luki, dan Kiki terima kasih untuk semangat dan segala bantuannya pada saat penelitian hingga skripsi ini selesai;
10. Teman-teman THP A 2012 (CAZPER) terima kasih atas segala doa, semangat, bantuan dan motivasinya;
11. Teman-teman UKM-O SAHARA terima kasih atas cerita, segala doa, semangat, dan kasih sayang;
12. Keluarga, dan sahabat-sahabat THP dan TEP 2012 yang telah berbagi kisah, suka duka, dan pengalaman selama masa perkuliahan;
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan dukungan serta membantu pelaksanaan penelitian skripsi ataupun dalam penulisan skripsi sehingga dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis sadar bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna dan memiliki banyak kesalahan. Penulis berharap kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi sempurnanya tulisan ini. Semoga skripsi ini dapat menambah pengetahuan bagi pembaca.

Jember, Juni 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Gadung Dayak (<i>Dioscorea hispida</i> Dennst).....	4
2.2 Uwi Ungu (<i>Dioscorea alata</i>)	7
2.3 Kentang Udara (<i>Dioscorea Bulbifera</i> L.).....	10
2.4 Asam Sianida (HCN)	12
2.5 Fermentasi.....	13
2.6 Fermentasi menggunakan Ragi Tape.....	14
2.7 Fermentasi menggunakan Ragi Roti	15
2.8 Fermentasi Alami	15
2.9 Faktor-faktor Fermentasi	16

BAB 3. METODE PENELITIAN	18
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	18
3.2.1 Alat.....	18
3.2.2 Bahan	18
3.3 Pelaksanaan Penelitian	19
3.4 Rancangan Penelitian.....	21
3.5 Parameter Pengamatan.....	21
3.6 Prosedur Pengukuran Parameter	21
3.6.1 Warna (Hutching,1999)	21
3.6.2 Analisis Kimia	23
3.7 Analisis Data	28
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Warna	29
4.2 Karakteristik Kimia	30
4.2.1 Kadar HCN	30
4.2.2 Kadar Air	32
4.2.3 Kadar Abu.....	33
4.2.4 Kadar Protein	35
4.2.5 Kadar Lemak.....	36
4.2.6 Kadar Karbohidrat	37
4.2.7 Kadar Serat Pangan.....	38
BAB 5. PENUTUP	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN.....	46

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1. Kandungan gizi umbi gadung per 100 gram bahan.....	6
2.2. Komposisi kimia umbi uwi ungu per 100 gram bahan.....	9
2.3. Kandungan gizi kentang udara per 100 gram bahan.....	11
3.1. Rancangan perlakuan.....	21
3.2. Deskripsi warna berdasarkan °Hue (Hutching,1999).....	23

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1. Umbi gadung.....	4
2.2. Umbi uwi ungu.....	9
2.3. Diagram alir proses pembuatan <i>chip</i> umbi gadung dayak, uwi ungu dan kentang udara terfermentasi.....	20
4.1. Warna (<i>Hue</i>) <i>chip</i> gadung, uwi ungu dan kentang udara terfermentasi menggunakan sumber inokulum berbeda.....	29
4.2. Kandungan asam sianida <i>chip</i> gadung, uwi ungu dan kentang udara terfermentasi menggunakan sumber inokulum berbeda.....	31
4.3. Kadar air <i>chip</i> gadung, uwi ungu dan kentang udara terfermentasi menggunakan sumber inokulum berbeda.....	33
4.4. Kadar abu <i>chip</i> gadung, uwi ungu dan kentang udara terfermentasi menggunakan sumber inokulum berbeda.....	34
4.5. Kadar protein <i>chip</i> gadung, uwi ungu dan kentang udara terfermentasi menggunakan sumber inokulum berbeda.....	35
4.6. Kadar lemak <i>chip</i> gadung, uwi ungu dan kentang udara terfermentasi menggunakan sumber inokulum berbeda.....	36
4.7. Kadar karbohidrat <i>chip</i> gadung, uwi ungu dan kentang udara terfermentasi menggunakan sumber inokulum berbeda.....	38
4.8. Kadar serat <i>chip</i> gadung, uwi ungu dan kentang udara terfermentasi menggunakan sumber inokulum berbeda.....	39

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

4.1. Data analisis warna (<i>°hue</i>) <i>chip</i> gadung, uwi ungu dan kentang udara terfermentasi menggunakan sumber inokulum berbeda.....	46
4.2. Data analisis kadar asam sianida <i>chip</i> gadung, uwi ungu dan kentang udara terfermentasi menggunakan sumber inokulum berbeda.....	47
4.3. Data analisis kadar air <i>chip</i> gadung, uwi ungu dan kentang udara terfermentasi menggunakan sumber inokulum berbeda.....	48
4.4. Data analisis kadar abu <i>chip</i> gadung, uwi ungu dan kentang udara terfermentasi menggunakan sumber inokulum berbeda.....	49
4.5. Data analisis kadar protein <i>chip</i> gadung, uwi ungu dan kentang udara terfermentasi menggunakan sumber inokulum berbeda.....	50
4.6. Data analisis kadar lemak <i>chip</i> gadung, uwi ungu dan kentang udara terfermentasi menggunakan sumber inokulum berbeda.....	51
4.7. Data analisis kadar karbohidrat <i>chip</i> gadung, uwi ungu dan kentang udara terfermentasi menggunakan sumber inokulum berbeda.....	52
4.8. Data analisis kadar serat pangan <i>chip</i> gadung, uwi ungu dan kentang udara terfermentasi menggunakan sumber inokulum berbeda.....	53
4.9. Dokumentasi foto penelitian.....	54

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia kaya akan berbagai jenis tanaman umbi-umbian, baik yang dibudidayakan maupun yang hidup liar di hutan. Beberapa umbi lokal yang pada masa lalu populer sebagai bahan pangan antara lain keluarga Amormophallus sp (Walur, Suweg, Porang), Uwi (*Dioscorea alata*), Gadung (*Dioscorea hispida*), Talas (*Colocasia esculenta*) dan Ganyong (*Canna edulis*). Tanaman umbi lokal ini mudah tumbuh dan tidak membutuhkan perawatan yang rumit sehingga layak diperkenalkan kembali kepada masyarakat sebagai sumber karbohidrat. Salah satu umbi-umbian dengan kandungan pati yang tinggi adalah umbi dari genus *Dioscorea spp* seperti umbi gadung dayak, uwi ungu dan kentang udara.

Setiap umbi memiliki kadar racun atau asam sianida (HCN) yang berbeda-beda. HCN adalah suatu racun kuat yang menyebabkan asfiksia. Jika tertelan, asam ini akan mengganggu oksidasi (pengangkutan oksigen) ke jaringan dengan cara mengikat enzim sitokrom oksidase. Oleh karena adanya ikatan ini, oksigen tidak dapat digunakan oleh jaringan sehingga organ sensitif terhadap kekurangan oksigen akan sangat menderita terutama jaringan otak akibatnya akan terlihat pada permukaan suatu tingkat stimulasi dari pada susunan saraf pusat yang disusun oleh tingkat depresi yang akhirnya timbul kejang oleh hipoksida dan kematian oleh kegagalan pernafasan kadang-kadang dapat timbul detak jantung yang ireguler (Cahyawati, dkk., 2017).

Berdasarkan penelitian Fatmawati (2019), didapatkan kadar asam sianida (HCN) awal gadung yaitu 346,1 mg/kg, uwi ungu 321,6 mg/kg dan kentang udara 278,0 mg/kg. Kadar asam sianida (HCN) ketiga jenis umbi tersebut masih tergolong tinggi. Jika asam sianida (HCN) terkonsumsi dalam jumlah yang tidak dianjurkan dapat mengakibatkan keracunan bagi pengonsumsi, sehingga perlu adanya penurunan kadar asam sianida agar aman dikonsumsi. Menurut Winarno (2002), kadar asam sianida (HCN) sampai 50 ppm atau 50 mg/kg masih dalam kadar aman untuk dikonsumsi. Damardjati, dkk (1993) menyatakan bahwa kadar sianida <50 ppm dikategorikan dalam tidak beracun, 50-80 ppm sedikit beracun,

80-100 ppm beracun dan kadar sianida >100 ppm masuk dalam kategori sangat beracun.

Beberapa proses pengolahan umbi untuk mengurangi kadar sianida (HCN) secara tradisional, antara lain dengan cara pencucian, perendaman, pemasakan, dan pengeringan hingga terbentuk gaplek. Perendaman dan perebusan yang berulang hanya dapat menghilangkan kadar sianida 50% serta terjadi pengurangan kadar pati dalam umbi (Purawisastra, 2001). Namun proses tersebut memiliki kekurangan, salah satunya adalah kandungan nutrisi pada umbi akan menurun, sehingga dipilih salah satu metode yang dapat mengatasi kekurangan dari proses tersebut, salah satu metode yang digunakan adalah fermentasi.

Jay dkk. (2005) berpendapat bahwa fermentasi adalah proses perubahan kimiawi, dari senyawa kompleks menjadi lebih sederhana dengan bantuan enzim yang dihasilkan oleh mikrobia. Proses fermentasi akan menyebabkan terjadinya penguraian senyawa untuk menghasilkan energi serta terjadi pengubahan substrat menjadi produk baru oleh mikrobia (Bourgaize dkk., 1999). Berdasarkan hal tersebut, dibutuhkan penelitian tentang uji penurunan kadar asam sianida pada ketiga jenis umbi dengan menggunakan sumber inokulum yang berbeda sehingga dapat diketahui tentang perbandingan kadar asam sianida pada ketiga jenis umbi yang kemudian akan diolah menjadi tepung terfermentasi sebagai bahan baku pangan fungsional.

1.2 Rumusan Masalah

Kandungan asam sianida (HCN) pada *chip* umbi gadung dayak, uwi ungu dan kentang udara yang merupakan kandungan terbesar dapat diturunkan nilainya dengan cara fermentasi. Kadar asam sianida (HCN) awal gadung yaitu 346,1 mg/kg, uwi ungu 321,6 mg/kg dan kentang udara 278,0 mg/kg (Fatmawati, 2019). Namun masih belum diketahui perubahan fisik dan kimia yang akan terjadi apabila ketiga umbi tersebut di fermentasi. Sehingga penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui perubahan karakteristik fisik dan kimia *chip* umbi gadung dayak, uwi ungu dan kentang udara terfermentasi dengan menggunakan tiga jenis inokulum yang berbeda.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik sifat fisik dan kimia *chip* umbi gadung dayak, uwi ungu dan kentang udara terfermentasi menggunakan sumber inokulum yang berbeda.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini antara lain adalah :

1. memberikan informasi tentang karakteristik sifat fisik dan kimia *chip* umbi gadung dayak, uwi ungu dan kentang udara terfermentasi menggunakan sumber inokulum yang berbeda; dan
2. memberikan referensi bagi penelitian lain yang sejenis sehingga mendapatkan hasil yang lebih baik dari penelitian sebelumnya.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gadung Dayak (*Dioscorea hispida* Dennst)

Gadung (*Dioscorea hispida* Dennst., suku gadung-gadungan atau *dioscoreaceae*) tergolong tanaman umbi-umbian yang cukup populer walaupun kurang mendapat perhatian. Gadung menghasilkan umbi yang dapat dimakan, namun mengandung racun yang dapat mengakibatkan pusing dan muntah apabila kurang benar pengolahannya. Produk gadung yang paling dikenal adalah dalam bentuk keripik meskipun rebusan gadung juga dapat dimakan. Di Indonesia, tumbuhan ini memiliki nama seperti *bitule* (Gorontalo), *gadu* (Bima), *gadung* (Bali, Jawa, Madura, Sunda), *Iwi* (Sumba), *kapak* (Sasak), *salapa* (Bugis), *sikapa* (Makasar). Gambar umbi gadung dayak dapat dilihat pada **Gambar 2.1**.

Klasifikasi secara umum dari umbi gadung:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Liliopsida
Ordo	: Dioscoreales
Famili	: Dioscoreacease
Genus	: Dioscorea
Spesies	: <i>Dioscorea hispida</i> Dennst



Gambar 2.1. Umbi gadung (Sibuea, 2002)

Umbi gadung memiliki beberapa varietas, berdasarkan warna daging, umbi gadung dapat dikelompokkan menjadi gadung putih dan gadung kuning. Contoh gadung putih adalah gadung bentul, gadung kapur, gadung putih, gadung

punel, dan gadung arintil, sedangkan contoh gadung kuning adalah gadung kunyit dan gadung padi. Gadung arintil merupakan jenis gadung yang memiliki jumlah umbi yang paling banyak pada tiap gerombolnya. Tebal satu gerombol umbi berkisar 7 – 15 cm dan diameter 15 – 25 cm, dengan serabut umbi yang sangat tajam. Gadung kuning umumnya lebih besar dan padat umbinya dibandingkan gadung putih. Warna kulit luarnya putih keabuan dengan daging umbi berwarna kuning. Pada gadung arintil kulit luarnya berwarna kecoklatan dan warna umbinya putih (Muchtadi, 2010).

Gadung dapat menjadi sumber pangan alternatif selain sebagai sumber pangan pokok seperti beras, jagung, singkong, gandum, dan lain-lain. Gadung memang tidak sulit untuk didapatkan, tanaman ini tumbuh liar di hutan-hutan. Selama masa pertumbuhan gadung ini tidak memerlukan perawatan khusus atau penanganan khusus. Biasanya masyarakat yang mengkonsumsinya melakukan pengolahan terhadap umbi gadung ini pada saat musim kemarau panjang tiba. Ketika kemarau datang masyarakat pergi mencari umbi hutan dan kemudian mengolahnya menjadi bahan makanan (Ode, 2007).

Umbi Gadung adalah jenis umbi-umbian yang dapat digunakan sebagai alternatif sumber karbohidrat dan merupakan komoditi yang mempunyai prospek yang sangat baik. Kandungan gizi gadung dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1. Kandungan gizi umbi gadung per 100 gram bahan

No	Parameter	Jumlah
1.	Kalori (kal)	101,00
2.	Protein (g)	2,00
3.	Lemak (g)	0,20
4.	Karbohidrat (g)	23,23
5.	Kalsium (mg)	20,00
6.	Phospor (mg)	69,00
7.	Zat Besi (mg)	0,60
8.	Vitamin B 1	0,10
9.	Air (g)	73,50
10.	Vitamin C	9,00
11.	Vitamin A	0,0
12.	Bagian yang dapat dimakan	85,00

Sumber : Hariana (2004)

Pada dasarnya umbi gadung memiliki kandungan karbohidrat, serta kandungan lemak dan protein yang rendah serta kandungan airnya cukup tinggi $\pm 78\%$ (Prastyo dan Triaji, 2011). Gadung juga mengandung racun yang berupa senyawa HCN (asam sianida) yang berbahaya bagi orang yang mengkonsumsinya. Kandungan racun umbi gadung berpotensi menimbulkan gangguan metabolisme (anti makan, keracunan, bahkan manusiapun bisa mengalami ini), yaitu jenis racun dioscorin (racun penyebab kejang), diosgenin (antifertilitas) dan dioscin yang dapat menyebabkan gangguan syaraf, sehingga apabila memakannya akan terasa pusing dan muntah – muntah (Koswara, 2012).

Umumnya gadung segar mengandung kadar sianida sekitar 469 ppm, namun dengan pengolahan yang dilakukan pada gadung akan menurunkan kadar sianida dalam bahan hingga batas yang aman untuk dikonsumsi. Kadar sianida dalam bahan sebesar 50 ppm/seluruh bahan sudah aman untuk dikonsumsi oleh manusia (Winarno, 2002).

Umbi gadung selama ini diolah secara tradisional antara lain pengolahan dengan abu atau kapur. Hal ini difungsikan untuk mempercepat penurunan kadar

sianida yang terkandung dalam umbi gadung. Selain itu, umbi gadung juga biasa diolah dengan direndam air garam. Proses tersebut dapat menurunkan sianida dalam gadung kurang lebih 1 – 10 mg sianida dalam setiap kilogram gadung yang diolah. Tetapi proses ini juga memiliki kekurangan, yaitu dapat melarutkan protein dalam umbi gadung, karena setelah direndam air garam, umbi gadung dialiri air mengalir untuk menghilangkan racun dan garam yang tersisa (Rahayu, 2009).

2.2 Uwi Ungu (*Dioscorea alata*)

Uwi termasuk ke dalam famili *Dioscoreaceae* genus *Dioscorea* yang memiliki lebih dari 600 spesies yang 10 spesies diantaranya dibudidayakan sebagai bahan pangan dan untuk obat-obatan. Enam spesies yang penting sebagai bahan pangan adalah *D. rotundata*, *D. alata*, *D. cayenensis*, *D. dumetorum*, *D. bulbifera* dan *D. Esculenta*. Uwi tersebut dipercaya berasal dari tiga wilayah penyebaran yang berbeda, yaitu Afrika Barat (*D. rotundata*, *D. cayenensis* dan *D. dumetorum*), Asia Tenggara (*D. alata* dan *D. esculenta*), daerah tropis Amerika (*D. trifida*). Tanaman uwi ditanam sebagai tanaman pangan semusim dengan umur panen antara 180 – 270 hari setelah tanam (French, 2006).

Tanaman Uwi Ungu tumbuh di tanah datar hingga ketinggian 800m dpl, tetapi dapat juga tumbuh pada ketinggian 2.700m dpl. Pada musim kemarau umbinya mengalami masa istirahat. Agar tidak busuk biasanya umbinya disimpan di tempat kering, atau dibungkus abu. Menjelang musim hujan umbi ini akan bertunas. Umbi yang telah bertunas digunakan sebagai bibit. Setelah masa tanam 9-12 bulan, umbinya dapat dipanen. (Tjitrosoepomo,2013) Menurut Lingga (1992), uwi ungu (*Dioscorea alata*) secara umum memiliki panjang batang 10-25m, bersayap pendek dan jumlahnya empat buah, berdiameter 1cm. Uwi (*Dioscorea alata*) merupakan salah satu varietas umbian potensial sebagai sumber bahan pangan karbohidrat non beras. Selain sebagai sumber pangan non beras, *Dioscorea alata* bermanfaat untuk kesehatan. Varietas lokal yang berwarna ungu mengandung zat-zat yang bermanfaat untuk kesehatan dan manfaat lain yang belum banyak diketahui oleh masyarakat. Uwi ungu memiliki warna umbi ungu, terkadang berwarna ungu dengan corak-corak putih. Uwi ungu ini sering disebut

uji ireng di Jawa, kulit umbi bagian dalam berwarna ungu tua dagingnya berwarna ungu muda, terkadang terdapat bercak-bercak ungu tak beraturan. Terdapat juga uji dorok (Jawa), uji memerah/uji abang (Jawa) yang masih termasuk ke dalam kategori ini. Daging bagian tengah berwarna merah daging cerah serta kulit dalamnya berwarna merah atau coklat kekuningan. Kulitnya kasar berserabut, bentuknya tidak beraturan berwarna ungu kecoklatan karena warna diikuti warna coklat kayu. Penampilan fisik umbi uji sangat bervariasi, baik ukuran, bentuk, dan warna daging umbi sesuai dengan jenisnya. Ukuran umbi ada yang sangat besar, hingga mencapai lebih dari 3 kg/umbi, tetapi ada juga yang kecil hanya sekitar 100 g/umbi. Bentuk umbi ada yang tidak beraturan, lonjong, hingga bulat. Daging umbi ada yang berwarna putih, kuning kecoklatan, hingga ungu. Uji yang biasa disebut uji kelapa, sego, atau uji putih memiliki umbi tunggal, berbentuk tidak beraturan dengan ukuran yang cenderung besar, daging umbi warna putih kecoklatan dengan warna kulit kuning kecoklatan hingga ungu kehitaman. Sedangkan jenis uji yang serupa uji kelapa tetapi dengan kulit dan daging umbi warna ungu dikenal dengan dengan nama daerah uji senggani. Uji jenis ini termasuk dalam spesies *Dioscorea alata* (Herison,2010). Gambar umbi uji ungu dapat dilihat pada **Gambar 2.2**.

Klasifikasi secara umum dari umbi uji ungu:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Tracheophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Liliales
Famili	: Dioscoreaceae
Genus	: Dioscorea
Spesies	: <i>Dioscorea alata</i>



Gambar 2.2. Umbi uwi ungu (Trimanto, 2012)

Uwi merupakan salah satu kelompok pangan yang kurang digunakan atau dimanfaatkan padahal jika dilihat dari segi nilai ekonomisnya sebagai pangan fungsional. Uwi merupakan komoditi yang sangat potensial sebagai sumber karbohidrat, senyawa fenol, antosianin, yang tinggi nilai antioksidannya serta memiliki nilai serat yang penting bagi kesehatan. Uwi pada umumnya diolah sebatas direbus ataupun digoreng (Pangerang, 2013). Umbi uwi dikenal sebagai bahan baku pangan utama sumber karbohidrat dan pangan tambahan tradisional diberbagai daerah terutama di beberapa Negara di daerah tropis dan subtropis (Liu et al., 2006). Nilai gizi uwi memiliki kandungan utama yaitu pati yang berkisar 60-85% berat kering dan proteinnya cukup tinggi dari kelompok umbi-umbian (Hoover, 2001). Berikut adalah komposisi kimia dari umbi uwi dapat dilihat pada **Tabel 2.2.**

Tabel 2.2. Komposisi kimia umbi uwi ungu per 100 gram bahan

No	Komponen	Jumlah
1.	Kalori (kall)	131
2.	Protein (g)	1,1
3.	Lemak (g)	0,2
4.	Karbohidrat (g)	31,3
5.	Kalsium (mg)	56
6.	Fosfor (mg)	0,6
7.	Besi (mg)	-
8.	Vitamin B1 (mg)	4
9.	Vitamin C (mgr)	66,4
10.	Air (g)	85,0

Sumber : Prabowo *et al.* (2014)

2.3 Kentang Udara (*Dioscorea Bulbifera L.*)

Dioscorea bulbifera adalah salah satu anggota dari genus *Dioscorea* yang belum begitu dikenal luas oleh masyarakat, padahal jenis ini merupakan jenis yang paling luas penyebarannya diantara jenis *Dioscorea* yang lainnya. *Dioscorea* ini mempunyai keunikan yaitu mempunyai umbi udara atau di setiap ketiak daun keluar umbi, sehingga dikenal juga dengan Kentang Udara atau *Air Potato* (Langeland dan Enloe, 2017).

Dioscorea bulbifera memiliki umbi yang terdapat di dalam tanah dengan ukuran yang agak besar, diselimuti oleh akar rambut yang kasar. Umbi udara terdapat di ketiak daun, tidak berbulu dan kadang-kadang kulitnya pecah-pecah kecil. Jenis ini mempunyai bunga berukuran kecil tersusun dalam rangkaian berupa bulir, tandan atau malai (Zuhud, dkk., 2004). Umbi Kentang Udara berkulit luar tipis, berwarna coklat terang samapi coklat gelap. Setelah dikupas berwarna putih dan rasanya enak. Tumbuhan ini daunnya sangat indah sehingga berpeluang menjadi tanaman hias karena umbinya bergelantung indah dipandang mata (Langeland dan Enloe, 2017).

Umbi Kentang Udara rasanya enak, langsung dapat dimakan karena kandungan sianida (HCN) rendah. Tumbuhan ini akan dibudidayakan dengan teknologi modern sebagai bahan makanan alternatif dan bergizi bagi masyarakat Indonesia, bahkan tumbuhan ini diyakini akan menjadi tanaman yang berkualitas yang layak menjadi objek untuk diperjuangkan dalam lingkup tanaman pangan (Langeland dan Enloe, 2017). Gambar umbi kentang udara dapat dilihat pada

Gambar 2.3.

Klasifikasi secara umum dari umbi kentang udara:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Monocotyledonae
Ordo	: Liliales
Famili	: Dioscoreacease
Genus	: Dioscorea
Spesies	: <i>Dioscorea bulbifera L</i>



Gambar 2.3. Umbi kentang udara (Myoda *et al.*, 2006)

Kentang udara memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi sumber pangan karena memiliki kandungan karbohidrat yang cukup tinggi yaitu sebesar 19,8%, selain itu juga mengandung glukomanan yang merupakan polisakarida larut air, yang juga dapat dimanfaatkan sebagai prebiotik. Umbi kentang udara termasuk dalam genus *Dioscorea* mengandung komponen bioaktif berupa glukomanan yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku tepung fungsional (Myoda *et al.*, 2006). Berikut adalah kandungan gizi dari umbi kentang udara dapat dilihat pada **Tabel 2.3**.

Tabel 2.3. Kandungan gizi kentang udara per 100 gram bahan

No	Komponen	Jumlah
1.	Energi (kkal)	100
2.	Protein (g)	2
3.	Lemak (g)	0,2
4.	Karbohidrat (g)	19,8
5.	Kalsium (mg)	45
6.	Fosfor (mg)	28
7.	Serat (g)	6,2
8.	Besi (mg)	1,8
9.	Vitamin A (SI)	-
10.	Vitamin B1 (mg)	19,01
11.	Vitamin C (mg)	0,1
12.	Air (g)	75
13.	Bdd (%)	86

Sumber : Yuniar (2010)

2.4 Asam Sianida (HCN)

Asam sianida (HCN) adalah suatu racun kuat yang menyebabkan asfiksia. Asam ini akan mengganggu oksidase (pengangkutan oksigen) ke jaringan dengan cara mengikat enzim sitokrom oksidasi. Oleh karena adanya ikatan ini, O₂ tidak dapat digunakan oleh jaringan sehingga organ sensitif terhadap kekurangan O akan sangat menderita terutama jaringan otak akibatnya akan terlihat pada permukaan suatu tingkat stimulasi dari pada susunan saraf pusat yang disusun oleh tingkat depresi yang akhirnya timbul kejang oleh hypoxia dan kematian oleh kegagalan pernafasan kadang-kadang dapat timbul detak jantung yang ireguler (, Cahyawati, dkk. 2017).

Sianida terdiri dari unsur karbon dan nitrogen radikal yang dapat ditemukan pada berbagai senyawa organik dan anorganik. Dalam bentuk umumnya hidrogen sianida adalah gas tidak berwarna atau cairan yang keruh, pahit, dan berbau seperti buah badam. Disisi lain sianida adalah racun yang sangat berbahaya. Apabila digabungkan dengan logam dan senyawa organik akan membentuk senyawa garam yang kompleks dan sederhana, jenis yang sering dijumpai adalah hidrogen sianida, natrium sianida, dan kalium sianida. Hidrogen sianida menjadi sangat berbahaya jika terkena panas, api, atau oksidator karena berpotensi menimbulkan kebakaran hebat. Semua jenis sianida beracun pada konsentari yang tinggi, tetapi hidrogen sianida adalah yang paling berbahaya. Jika masuk dalam tubuh dalam jangka pendek, sianida dapat menyebabkan sesak nafas, gemeteran, dan gangguan saraf lainnya. Sedangkan efek jangka panjangnya kehilangan berat badan, gangguan kelenjar gondok, kerusakan saraf, dan kematian. Jika kulit berkontak dengan cairan yang mengandung sianida akan terjadi nyeri dan iritasi (Department of Interior U.S., 2001).

Menurut Winarno (1992), kandungan asam sianida (HCN) sampai 50 ppm atau 50 mg/kg masih dalam kadar aman untuk dikonsumsi. Damardjati, dkk (1993) menyatakan bahwa kadar sianida <50 ppm dikategorikan dalam tidak beracun, 50-80 ppm sedikit beracun, 80-100 ppm beracun dan kadar sianida >100 ppm masuk dalam kategori sangat beracun.

HCN dalam umbi dibentuk dari senyawa glukosida sianogenik. Zat glikosida ini diberi nama linamarin yang berasal dari aseton sianidrin yang bila dihidrolisis akan terurai menjadi glukosa, aseton dan HCN. Rumus molekul linamarin $C_{10}H_{17}O_6N$ dan mempunyai sifat yang mudah larut dalam air (Sosrosoedirdjo, 1993). Senyawa HCN akan terdegradasi menjadi glukosa dan aglikon dengan enzim β -glukosidase sebagai katalis. Senyawa aglikon akan dihidrolisis oleh enzim hidrosinitril liase menjadi HCN. Senyawa glukosida sianogenik dalam umbi gadung berada dalam vakuola sel dan enzimnya berada pada sitoplasma. Jika jaringan mengalami kerusakan akan menyebabkan kedua senyawa tersebut bertemu dan terjadi reaksi pembentukan HCN. Vakuola ini seiring dengan menuanya umur gadung maka ukuran vakuola juga semakin membesar sehingga mengakibatkan kandungan HCN di dalam umbi akan semakin tinggi (Pambayun, 2007).

Mekanisme untuk mendegradasi asam sianida oleh mikroorganisme diawali dengan proses penguraian linamarin menjadi asam sianida. Linamarin adalah senyawa glikosida sianogenik yang terdapat dalam umbi. Linamarin sebenarnya tidak beracun, tetapi jika bereaksi dengan enzim linamarase akan terhidrolisis menjadi glukosa dan asetonsianohidrin. Selanjutnya asetonsianohidrin akan terurai spontan menjadi aseton dan asam sianida (Hartati *et al*, 2008).

2.5 Fermentasi

Fermentasi adalah proses produksi energi dalam sel dalam keadaan anaerobik (tanpa oksigen). Secara umum, fermentasi adalah salah satu bentuk respirasi anaerobik, akan tetapi, terdapat definisi yang lebih jelas yang mendefinisikan fermentasi sebagai respirasi dalam lingkungan anaerobik dengan atau tanpa akseptor elektron internal. Keuntungan menggunakan fermentasi adalah kandungan nutrisi seperti protein, lemak, kandungan mineral, dan vitamin meningkat dibandingkan dengan sebelum fermentasi (Obloh dkk, 2007). Selain itu fermentasi dilakukan dalam suhu ruang, sehingga protein yang terkandung tidak hilang atau rusak.

Fermentasi digolongkan menjadi 3 yaitu fermentasi permukaan, fermentasi cair, dan fermentasi padat. Pada proses fermentasi ini, fermentasi yang dilakukan adalah fermentasi substrat padat. Sistem fermentasi padat umumnya diindentikan dengan pertumbuhan mikroorganisme pada substrat dengan berbagai variasi kadar air. Substrat padat bertindak sebagai sumber karbon, nitrogen, mineral, dan faktor-faktor penunjang pertumbuhan, dan memiliki kemampuan untuk menyerap air, untuk pertumbuhan mikroba. Mikroorganisme yang tumbuh melalui sistem fermentasi padat berada pada kondisi pertumbuhan di bawah habitat alaminya, mikroorganisme tersebut dapat menghasilkan enzim dan metabolisme yang lebih efisien dibandingkan dengan sistem fermentasi cair. Sistem fermentasi padat memiliki lebih banyak manfaat dibandingkan dengan sistem fermentasi cair, diantaranya tingkat produktivitasnya tinggi, tekniknya sederhana, biaya investasi rendah, kebutuhan energi rendah, dan jumlah air yang dibuang sedikit. Manfaat lain dari sistem fermentasi padat adalah murah dan substratnya mudah didapat, seperti produk pertanian dan industri makanan (Tanyildizi dkk, 2007).

2.6 Fermentasi menggunakan Ragi Tape

Ragi tape atau yang sering disebut sebagai “ragi” adalah starter untuk membuat tape ketan atau tape singkong. Dijelaskan lebih lanjut bahwa dalam ragi ini terdapat mikroorganisme yang dapat mengubah karbohidrat (pati) menjadi gula sederhana (glukosa) yang selanjutnya diubah lagi menjadi alkohol. Beberapa jenis mikroba yang terdapat dalam ragi adalah *Chlamydomucor oryzae*, *Rhizopus oryzae*, *Mucor* sp., *Candida* sp., *Saccharomyces cerevicae*, *Saccharomyces verdomanii*, dan lain-lain (Syarief, 2011).

Ragi tape merupakan populasi campuran mikroba yang terdapat beberapa jenis yaitu genus *Aspergillus*, genus *Saccharomyces*, genus *Candida*, genus *Hansnula*, sedang bakterinya adalah *Acetobacter* (Widodo, 2011). Dijelaskan lebih lanjut bahwa *Aspergillus* dapat menyederhanakan amilum, sedangkan *Saccharomyces*, *Candida* dan *Hansnula* dapat menurunkan gula menjadi alkohol dan bermacam-macam zat organik lainnya, *Acetobacter* mengubah alkohol menjadi cuka. Secara fisiologis, ragi mempunyai persamaan yaitu menghasilkan enzim-enzim yang dapat mengubah substrat menjadi bahan lain dengan mendapat

keuntungan berupa energi. Adapun substrat yang diubah berbeda-beda. Pada dasarnya pembuatan ragi merupakan teknik dalam memperbanyak mikroorganisme yang berperan dalam pembuatan tape. Perbanyakannya ini dilakukan dalam suatu medium tertentu dan setelah cukup banyak mikroba yang tumbuh, pertumbuhannya dihentikan serta dibuat dalam keadaan istirahat, baik dalam bentuk sel maupun dalam bentuk spora. Penghentian pertumbuhan mikroba tersebut dilakukan dengan cara mengeringkan medium tumbuhnya (Rochintaniawati, 2012).

2.7 Fermentasi menggunakan Ragi Roti

Saccharomyces cerevisiae dapat diperoleh dari ragi roti. Ragi roti mengandung *Saccharomyces cerevisiae* yang telah mengalami seleksi, mutasi atau hibridasi untuk meningkatkan kemampuannya dalam memfermentasi gula dengan baik dalam adonan dan mampu tumbuh dengan cepat (Pelczar dan Shan, 2007). Ragi ini memiliki komposisi sebagai berikut : yeast *Saccharomyces cerevisiae*, pengemulsi (*sorbitan monoestearate-E491*), antioksidan : asamaskorbat. Ragi ini berbentuk butiran halus yang kering sehingga termasuk dalam kategori ragi instan. Arindhani (2015) menyatakan bahan ragi instan mempunyai kadar kelembaban 4% dapat secara langsung digunakan tanpa perlu direhidrasi terlebih dahulu.

Aktivitas ragi roti di dalam adonan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain enzim-enzim protease, lipase, invertase dan maltase, kandungan air, suhu, pH, gula, dan garam. Enzim protease dapat mengurangi kekuatan jaringan zat gluten sehingga adonan menjadi lebih mudah untuk diolah. Sedangkan enzim lipase berfungsi melindungi selsel ragi roti sewaktu menjadi spora. Enzim invertase merubah gula menjadi glukosa dan fruktosa, sedangkan enzim maltase merubah maltosa menjadi dekstrosa. Adanya komponen garam akan memperlambat kerja ragi roti.

2.8 Fermentasi Alami

Fermentasi spontan adalah yang tidak ditambahkan mikroorganisme dalam bentuk starter atau ragi dalam proses pembuatannya. Mikroorganisme tumbuh dan berkembang secara aktif merubah bahan yang difermentasi menjadi produk yang

diinginkan pada proses fermentasi (Suprihatin, 2010). Proses optimum fermentasi tergantung pada jenis organismenya (Sulistyaningrum, 2008).

Proses ragi alami difermentasi, ini merupakan metode untuk menangkap mikroorganisme yang efektif seperti yeast, bakteri asam laktat untuk membuat roti. Pertama-tama siapkan toples yang telah disterilisasi, air, dan beberapa bahan yang mengandung gula atau karbohidrat seperti sukrosa pada buah, sayur, dan tepung. Kemudian letakkan bahan-bahan tersebut di toples, simpan pada suhu ruang (25-27°C) selama beberapa hari. Mikroorganisme di permukaan buah akan mulai tumbuh dan mengkonsumsi gula. Selama fermentasi, bakteri yang memiliki pertumbuhan paling cepat akan tumbuh pertama kali, pada saat itu jika ragi berasal dari pati makan akan dipecah menjadi molekul gula oleh bakteri. Selama pertumbuhan bakteri asam laktat tersebut pH akan menurun sehingga bakteri umum lainnya tidak dapat tumbuh, tapi yeast tetap dapat tumbuh pada kondisi pH rendah dan yeast tersebut menghasilkan karbondioksida dan alkohol. Berdasarkan teori, yeast tumbuh dengan baik pada kondisi aerobik (ada oksigen), tapi kondisi anaerobik (tak ada oksigen) dianjurkan pada proses pembuatan ragi karena jika yeast ditumbuhkan secara aerobik memungkinkan terjadinya kontaminasi. Ragi sebaiknya di simpan pada suhu yang tetap karena jika suhu fluktuatif mikrobial menjadi stress. Kebutuhan gula juga harus tercukupi selama proses fermentasi. Jika gula tidak cukup, bakteri yang berbahaya akan tumbuh dan yeast akan melemah.

2.9 Faktor-faktor Fermentasi

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi proses fermentasi menurut Desroisier (1998), antara lain:

a. pH

Pengukuran pH merupakan parameter yang mempengaruhi pertumbuhan dan pembentukan produk. Mikroba tertentu dapat tumbuh pada kisaran pH yang sesuai untuk pertumbuhannya. Sebagian besar organisme dapat berfungsi dengan baik dengan selang pH antara 3-4 unit pH. Biasanya bakteri dapat tumbuh pada pH 4-8, khamir biasanya lebih senang dalam pH 3-6, dan kapang 3-7.

b. Suhu

Suhu yang digunakan selama fermentasi akan mempengaruhi mikroba yang berperan dalam proses fermentasi. Jika temperatur dinaikkan maka hasil sel akan menurun karena media sebagian akan digunakan untuk mempertahankan hidup atau kebutuhan untuk mempertahankan diri meningkat (Judoamidjojo, 1992).

c. Oksigen

Pengaturan udara akan mempengaruhi populasi mikroba. Tersedianya oksigen dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme. Jamur bersifat aerobik (memerlukan oksigen) sedangkan khamir dapat bersifat aerobik atau anaerobik tergantung pada kondisinya.

d. Substrat

Mikroba memerlukan substrat yang mengandung nutrisi sesuai dengan kebutuhan untuk pertumbuhan. Masa panen juga akan sangat berpengaruh terhadap kadar yang dihasilkan. Dalam fermentasi yang melibatkan kemampuan mikroba, sesuai kondisi, proses, dan hasilnya terbagi dalam dua bentuk, yaitu: proses fermentasi secara alkoholik dan proses fermentasi non alkoholik. Kedua proses fermentasi merupakan proses unik yang dilakukan oleh mikroba, cepat, murah, aman, hemat energi, dan nilai organoleptiknya (nilai yang dapat dirasa oleh lidah) rata-rata sesuai dengan selera (Supardi dan Sukamto, 1999).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian mengenai uji penurunan kadar asam sianida pada ke tiga jenis umbi menggunakan tiga metode fermentasi yang berbeda ini dilakukan di Laboratorium Rekayasa Pangan dan Hasil Pertanian, Laboratorium Kimia dan Biokimia Pangan dan Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember dan Laboratorium Analisis Pangan Politeknik Negeri Jember pada bulan 20 April 2016 – 22 Februari 2017.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam pembuatan chip terfermentasi adalah pisau, parutan, gelas plastik, baskom, timbangan dan sendok. Alat yang digunakan dalam analisis adalah loyang, oven, botol timbang, neraca analitik (OHAUS BSA 2245), *colour reader* (CR-10-Konika Minolta), soxhlet (DET-GRAS N), labu lemak, erlenmeyer 500 ml (Pyrex), beaker glass 250 ml (Pyrex), desikator, pipet tetes, tabung reaksi, labu kjehdal, destruksi, destilator (Buchi Destillation Unit K-355), buret, penjepit, tanur pengabuan (Nabertherm), kurs porselin, sentrifuse (Macrocentriguge (refrigerated centrifuge)-sartorius sigma Model-2-16 KL-Germany), botol sentrifuse, autoklaf (Hirayama HL 36, Jepang).

3.2.2 Bahan

Bahan utama penelitian yang digunakan adalah umbi gadung dayak (*Discorea hispida* Dennst) yang berasal dari Lempake, Samarinda, Kalimantan Timur, uwi ungu (*Dioscorea alata*) yang berasal dari Lempake, Samarinda, Kalimantan Timur dan Jawa, serta kentang udara (*Discorea bulbifera* L) yang berasal dari Kabupaten Berau Kalimantan Timur. Bahan yang digunakan untuk analisis adalah aquades, H₂SO₄, HCl, benzen, NaOH, AgNO₃, Na₂CO₃, HNO₃, indikator ferri, silenium, metil merah metil biru (MMMB), asam tartrat, kertas saring (Whatman no. 4), enzim pepsin (ramah, Cas No 9001-75-6), enzim pankreatin (RC, Cas No 8049-47-6), rage tape (NKL), dan ragi roti.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian pembuatan chip umbi terfermentasi terdiri dari dua tahapan yaitu tahap pertama pembuatan aquades steril dan tahap kedua pembuatan chip umbi terfermentasi.

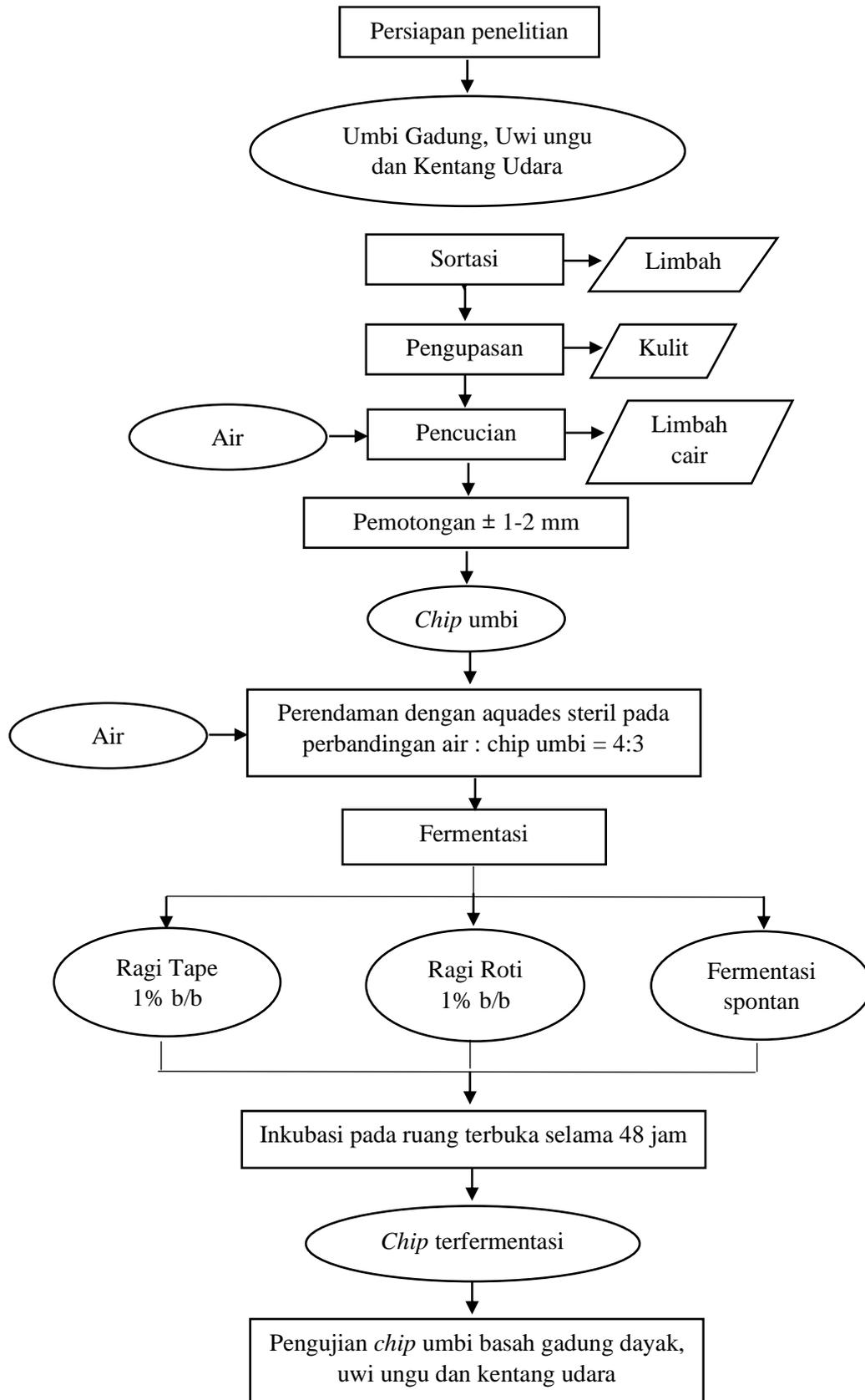
a. Pembuatan Aquades Steril

Tahap pertama yang dilakukan dalam pembuatan aquades steril adalah aquades dimasukkan ke dalam labu ukur 500 mL. Kemudian labu ukur tersebut ditutup menggunakan aluminium foil. Selanjutnya, aquades tersebut diautoklaf pada suhu 121°C selama 3 jam. Setelah mesin autoklaf berbunyi yang menandakan proses autoklaf selesai, diamkan aquades yang ada di dalam labu ukur hingga dingin.

b. Produksi *Chip* Umbi Terfermentasi

Penelitian tahap pertama yaitu persiapan bahan, umbi disortasi terlebih dahulu dengan tujuan untuk memisahkan yang baik dan yang busuk. Ketiga jenis umbi tersebut dilakukan pengupasan untuk memisahkan kulit dengan daging umbi. Umbi yang sudah bersih dari kulit selanjutnya dicuci bersih agar kotoran yang menempel pada umbi tersebut hilang. Umbi yang sudah bersih kemudian dilakukan pemotongan dan dipasah dengan ketebalan kurang lebih 1-2 mm sehingga membentuk *chip*. *Chip* umbi yang telah dipotong, kemudian dilakukan proses perendaman dengan menggunakan aquades steril. Perbandingan air dan bahan yang digunakan adalah 4:3. Selanjutnya dilakukan proses fermentasi dengan menggunakan tiga sumber inokulum yang berbeda, yaitu fermentasi menggunakan ragi tape, fermentasi menggunakan ragi roti dan fermentasi secara alami, ragi yang digunakan sebanyak 1% dari berat bahan. Proses fermentasi *chip* umbi dilakukan selama 48 jam untuk mengurangi kadar racun dalam umbi. Setelah 48 jam, *chip* terfermentasi dilakukan proses pengujian analisa yang meliputi sifat fisik dan sifat kimia. Skema pembuatan *chip* terfermentasi dapat dilihat pada

Gambar 3.1



Gambar 3.1. Diagram alir proses pembuatan *chip* umbi gadung dayak, uwi ungu dan kentang udara terfermentasi

3.4 Rancangan Penelitian

Rancangan percobaan yang dilakukan RAL (Rancangan Acak Lengkap) dengan tiga kali pengulangan. Terdapat dua faktor yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu jenis umbi sebagai faktor A dan sumber inokulum sebagai faktor B. Jenis umbi yang digunakan ada tiga jenis yaitu gadung dayak sebagai A1, uwi ungu sebagai A2 dan kentang udara sebagai A3. Sedangkan sumber inokulum yang digunakan ada tiga sumber yaitu fermentasi menggunakan ragi tape sebagai B1, fermentasi menggunakan ragi roti sebagai B2 dan fermentasi secara alami sebagai B3. Dari dua faktor tersebut didapatkan 9 perlakuan. Adapun rancangan penelitian dapat dilihat pada **Tabel 3.1**.

Tabel 3.1. Rancangan perlakuan

Jenis umbi (A)	Sumber Inokulum (B)		
	Ragi tape	Ragi roti	Fermentasi spontan
Gadung	A1B1	A1B2	A1B3
Uwi umgu	A2B1	A2B2	A2B3
Kentang udara	A3B1	A3B2	A3B3

3.5 Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati dalam penelitian ini yaitu warna (Hutching,1999) dan sifat kimia yang meliputi: kadar asam sianida (HCN) (Sudarmadji, 1997), kadar air (Metode AOAC, 2005), kadar abu (Metode AOAC, 2005), kadar protein (Metode *Kjehldal*, AOAC, 2005), kadar lemak (Metode *Soxhlet*, AOAC, 2005), kadar karbohidrat (Metode by difference, Winarno, 2004) dan kadar serat pangan (Asp *et al*, 1993).

3.6 Prosedur Pengukuran Parameter

3.6.1 Warna (Hutching,1999)

Penentuan warna dilakukan dengan alat *colour reader*. Prinsip dari alat ini adalah pengukuran perbedaan warna melalui pantulan cahaya oleh permukaan sampel, pembaca dilakukan pada 5 titik sampel. Sebelum melakukan pengukuran warna pada sampel, *colour reader* harus dikalibrasi terlebih dahulu menggunakan

porcelain khusus. Menghidupkan *colour reader* dengan cara menekan tombol power. Meletakkan lensa pada porcelain standar secara tegak lurus dan menekan tombol “Target” maka akan muncul nilai pada layar (L, a, b) yang merupakan nilai standarisasi yaitu $L = 94,35$; $a = -5,75$ dan $b = 6,51$, sehingga dapat menghitung nilai L, a, b dengan rumus sebagai berikut :

$$L = \frac{\text{nilai rata - rata } L \text{ di 5 titik} \times 94,35}{\text{nilai } L \text{ porcelain standar}}$$

$$a = \frac{\text{nilai rata - rata } a \text{ di 5 titik} \times 5,75}{\text{nilai } a \text{ porcelain standar}}$$

$$b = \frac{\text{nilai rata - rata } b \text{ di 5 titik} \times 6,51}{\text{nilai } b \text{ porcelain standar}}$$

$$H = \tan^{-1} \frac{b^*}{a^*}$$

Nilai L menyatakan parameter kecerahan (*lightness*) yang mempunyai nilai dari 0 (hitam) sampai 100 (putih). Nilai a menyatakan cahaya pantul yang menghasilkan warna kromatik campuran merah-hijau dengan nilai +a (positif) dari 0 - 100 untuk warna merah dan nilai -a (negatif) dari 0 - 80 untuk warna hijau. Notasi b menyatakan warna kromatik campuran biru kuning dengan nilai +b (positif) dari 0 - 70 untuk kuning dan -b (negatif) dari 0 - (-70) untuk warna biru. Perhitungan nilai L, a, b bertujuan untuk mendapatkan hasil °H yang dapat mendeskripsikan warna sampel. Setelah mendapatkan nilai tertentu, nilai dapat dibandingkan dengan tabel warna untuk mengetahui warna dari sampel. Deskripsi warna berdasarkan °H dapat dilihat pada **Tabel 3.2.**

Tabel 3.2. Deskripsi warna berdasarkan °Hue (Hutching,1999)

°Hue [arc tan (b/a)]	Diskripsi Warna
18-54	Red (R)
54-90	Yellow Red (YR)
90-126	Yello(Y)
126-162	Yellow Green (YG)
162-198	Green (G)
198-234	Blue Green (BG)
234-270	Blue (B)
270-306	Blue Purple (BP)
306-342	Purple (P)
342-18	Red Purple (RP)

3.6.2 Analisis Kimia

a. Kadar Asam Sinida (HCN) (Sudarmadji, 1997)

Uji kadar asam sianida dilakukan dengan menggunakan metode destilasi dan titrasi dengan K-thiosianat dan ditandai dengan perubahan warna menjadi merah muda. Perubahan warna terbentuk karena penambahan indikator ferri. Sampel sebanyak 20 ml dimasukkan kedalam labu destilasi dan ditambahkan 10 ml asam tartrat 5% dan 100 ml aquades lalu didestilasi. Destilat ditampung dalam labu ukur 100 ml yang telah diisi dengan 20,0 ml AgNO_3 0,02 N dan 1 ml HNO_3 encer. Disiapkan kertas saring berbentuk lingkaran yang telah dicelupkan dalam larutan asam pikrat jenuh dan dikering anginkan. Setelah kering dibasahi dengan larutan Na_2CO_3 8%. Kemudian tetesan destilat disentuhkan pada kertas saring tersebut dan amati perubahan warna pada kertas saring (berubah menjadi merah maka positif). Destilasi dihentikan jika semua HCN telah tertampung dalam labu ukur yaitu apabila kertas saring tidak berubah warna menjadi merah berarti HCN 23 ndikator. Kelebihan AgNO_3 dalam destilat dititrasi dengan Kalium tiocianat dengan menggunakan 23 ndikator Ferri ammonium sulfat sampai terjadi larutan warna merah dan menentukan blanko. Penentuan blanko dipipet 20,0 ml AgNO_3 0,02 N + indikator Fe allum, dititrasi dengan KCNS 0,02 N larutan berwarna merah. Kadar HCN ditentukan dengan rumus:

$$\text{Berat HCN} = \frac{\text{ml titrasi blanko} - \text{ml titrasi sampel}}{\text{ml titrasi blanko}} \times 20 \times \frac{N \text{ AgNO}_3}{0,02} \times 0,45 \text{ mg}$$

Keterangan : 1 ml AgNO₃ = 0,45 mg HCN

b. Kadar Air (Metode AOAC, 1990)

Cawan kosong dikeringkan dalam oven selama 15 menit dan dieksikator, kemudian ditimbang (a gram). Sampel yang akan diuji dihaluskan terlebih dahulu dan ditimbang sebanyak 1-2 gram dalam cawan kosong (b gram). Cawan yang berisi sampel dimasukkan ke dalam oven selama 5 jam dengan suhu 100-105°C dan dihindarkan kontak dengan dinding oven. Selanjutnya cawan yang berisi sampel dieksikator selama ± 30 menit, kemudian ditimbang. Cawan dikeringkan kembali dalam oven selama 30 menit kemudian dieksikator dan ditimbang kembali. Tahap ini dilakukan beberapa kali ulangan hingga diperoleh berat konstan (c gram). Kadar air ditentukan dengan rumus :

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{(b-c)}{(b-a)} \times 100 \%$$

c. Kadar Abu (Metode AOAC, 1990)

Cawan yang akan digunakan dioven selama 30 menit pada suhu 100°C, kemudian dieksikator dan ditimbang (a gram). Sampel ditimbang sebanyak 2 gram dalam cawan yang sudah dikeringkan (b gram) kemudian dibakar diatas nyala pembakar hingga tidak berasap. Selanjutnya pengabuan dilakukan dalam tanur hingga mencapai suhu 70°C sampai diperoleh abu berwarna keputih-putihan. Sampel yang sudah diabukan dieksikator dan ditimbang (c gram). Selanjutnya dilakukan perhitungan kadar abu dengan rumus :

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{(c-a)}{(b-a)} \times 100 \%$$

d. Kadar Protein (Metode *Kjeldahl*, AOAC, 1990)

Timbang 0,5 gram sampel, dan dimasukkan kedalam labu kjeldahl. Selanjutnya ditambahkan 1 g katalisator yang terdiri dari campuran 99 gram K₂SO₄ ; 0,8 g CuSO₄ dan 4,1 g HgO, kemudian tambahkan 2 ml H₂SO₄ pekat. Destruksi sampai warna larutan menjadi jernih, selanjutnya

didinginkan. Pindahkan secara kuantitatif ke dalam unit distilasi. Labu kjeldahl dicuci beberapa kali dengan aquades. Ke dalam unit distilasi ditambahkan 8 ml campuran KOH dan Na₂S₂O₄. Kemudian distilat ditampung dalam erlenmeyer ukuran 125 ml yang berisi 5 ml asam borat dan 3 tetes indikator campuran MR dan BCG. Proses distilasi dilakukan selama 10 menit atau sampai distilat menjadi kira-kira 20-25 ml. Distilat dititrasi dengan HCl 0,02N sampai terjadi perubahan warna dari hijau kebiruan menjadi merah ungu.

Kadar protein sampel dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ N Total} = \frac{[ml \text{ HCl } (S-B) \times N \text{ HCl} \times 14,008]}{\text{berat sampel (g)}} \times 100\%$$

Keterangan : S = N Total × Faktor konvesi, dimana FK = 6,25

B = ml HCl blangko

e. Kadar Lemak (Metode *Soxhlet*, AOAC, 2005)

Penentuan kadar lemak dilakukan dengan metode soxhlet yaitu dengan prinsip lemak yang terdapat dalam sampel diekstrak dengan menggunakan pelarut lemak non polar. Prosedur analisis kadar lemak sebagai berikut : labu lemak yang akan digunakan dioven selama 30 menit pada suhu 100-105°C, kemudian didinginkan dalam eksikator untuk menghilangkan uap air dan menimbang sebagai berat (a gram), menimbang sampel sebanyak 2 gram (b gram), lalu dibungkus dengan kertas saring, ditutup dengan kapas bebas lemak dan dimasukkan dalam ekstraksi soxhlet yang telah dihubungkan dengan labu lemak yang telah dioven dan diketahui bobotnya. Pelarut heksan atau pelarut lemak lain dituangkan sampai sampel terendam dan dilakukan reluks atau ekstraksi lemak selama 5-6 jam atau sampai pelarut lemak yang turun ke labu lemak berwarna jernih. Pelarut lemak yang telah digunakan, disuling dan ditampung setelah itu ekstrak lemak yang ada di dalam labu lemak dikeringkan di dalam oven selama 1 jam pada suhu 100-105°C, kemudian labu lemak didinginkan dalam desikator dan timbang (c gram), tahap pengeringan labu lemak diulangi sampai diperoleh bobot yang konstan. Kadar lemak dihitung dengan rumus :

$$\% \text{ Kadar Lemak} = \frac{c-a}{b} \times 100\%$$

Keterangan :
 a = bobot labu lemak (gram)
 b = berat sampel (gram)
 c = labu lemak + ekstrak lemak (gram)

f. Kadar Karbohidrat (Metode by difference., Winarno, 2004)

Penentuan kadar karbohidrat by difference dilakukan dengan mengurangi 100 % total komponen kadar air, kadar abu, kadar protein, dan kadar lemak.

Rumus perhitungan kadar karbohidrat adalah :

$$\% \text{ Karbohidrat} = 100 \% - \% (\text{protein} + \text{lemak} + \text{abu} + \text{air})$$

g. Kadar Serat Pangan (Asp *et al*, 1993)

Pengujian kadar serat dilakukan dengan metode enzimatik yang meliputi serat larut, serat tidak larut dan serat total. Pada pengujian kadar serat bahan harus dilakukan penghilangan lemak terlebih dahulu. Penghilangan lemak pada umbi dilakukan dengan metode soxhlet yaitu dengan cara melakukan ekstraksi lemak menggunakan pelarut. Labu lemak dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 30 menit, kemudian dieksikator selama 15 menit. 3 gram sampel ditimbang dalam kertas saring yang sudah dioven lalu diikat menggunakan kapas woll bebas lemak. Pelarut dimasukkan dalam labu lemak secukupnya. Timbel dimasukkan dalam ekstraksi sohxlet dan dipasangkan. Ekstraksi dilakukan dengan cara pemanasan selama 5-6 jam. Setelah 5-6 jam labu lemak diangkat dan dikeringkan dalam oven suhu 105°C. Kemudian dimasukkan kedalam eksikator selama 30 menit dan ditimbang (AOAC, 2005).

Ekstraksi serat pangan dilakukan dengan cara menyiapkan 3 gram sampel tanpa lemak dan dilarutkan ke dalam akuades sebanyak 20 ml. Dilakukan pengaturan pH hingga 1,5 dengan cara menambahkan larutan HCL 4 M. Sampel yang sudah dilarutkan dilakukan penambahan enzim pepsin sebanyak 0,3 gram, kemudian diinkubasi disertai dengan agitasi pada suhu 40°C selama 1 jam. Fungsi penambahan enzim pepsin yaitu untuk mendegradasi protein dengan cara memecah ikatan peptida menjadi asam amino. Enzim pepsin

aktif pada pH asam. Kemudian larutan dilakukan pengenceran dengan menambahkan akuades sebanyak 20 ml dan dilakukan pengukuran pH hingga 6,8 dengan menambahkan NaOH 1 M. Dilakukan inkubasi dan agitasi selama 1 jam dengan suhu 40°C yang sudah dilakukan penambahan enzim pankreatin 0,3 gram. Enzim pankreatin berfungsi untuk menghidrolisis pati yang terdapat pada sampel. Enzim pankreatin merupakan campuran enzim lipase, protease, dan amilase. Oleh karena itu, selain mampu menghidrolisis pati, enzim ini juga mampu menghidrolisis protein dan lemak (Johnson dan Hillier 2008). Enzim pankreatin aktif pada rentang pH 6,0-7,0. Dilakukan pengaturan pH dengan menambahkan larutan HCl 4 M hingga pH mencapai 4,5. Dilakukan penyaringan dengan kertas saring yang sudah dilakukan pengovenan dengan suhu 100°C dan sudah diketahui beratnya. Hasil penyaringan didapatkan filtrat dan residu. Residu yang dihasilkan dilakukan pengovenan dengan suhu 100°C selama 24 jam dan dilakukan penimbangan. Hasil penimbangan kemudian dilakukan pengabuan dengan suhu 300°C selama 1 jam dan dilanjutkan lagi dengan suhu 500°C selama 2 jam. Hasil pengabuan dieksikator selama 15 menit dan dilakukan penimbangan yang dinyatakan sebagai *Insoluble Dietary Fiber* (IDF). Filtrat hasil penyaringan ditera dengan akuades sampai 100 ml. Dilakukan penambahan etanol 95% dengan suhu 60°C. Dilakukan pengendapan selama 1 jam, kemudian dilakukan penyaringan hingga didapatkan filtrat dan residu. Hasil residu dilakukan pengovenan dengan suhu 100°C selama 24 jam dan dilakukan penimbangan. Hasil penimbangan dilanjutkan dengan pengabuan selama 5 jam dan dieksikator selama 15 menit. Kemudian ditimbang sebagai *Soluble Dietary Fiber* (SDF). Pengabuan berfungsi untuk menghilangkan kandungan mineral pada sampel agar yang terhitung pada bahan merupakan murni serat pangan. Perhitungan serat larut dan tidak larut menggunakan rumus:

$$\frac{[(\text{kertas saring} + \text{residu setelah oven}) - (\text{kurs} + \text{abu} - \text{kurs kosong})] - \text{blanko}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

Total serat = % serat tidak larut + % serat larut

3.7 Analisis Data

Penelitian ini menggunakan dua jenis data yaitu data primer yang pengambilan datanya dilakukan secara langsung berdasarkan parameter uji dan data sekunder yang diperoleh dari beberapa referensi dan beberapa penelitian yang terkait. Data yang diperoleh diolah dengan menggunakan bantuan *Microsoft Excel 2015* dan *Minitab 2017* yang disajikan dalam bentuk persentase. Data hasil analisa disajikan dalam bentuk diagram dan dibahas secara deskriptif.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan bahwa warna pada gadung dayak dan kentang udara pada hasil analisa sesuai dengan tabel °Hue yaitu warna Yellow (Y) sedangkan pada uwi ungu tidak sesuai dengan tabel °Hue yang menunjukkan warna Purple (P) tetapi berwarna Yellow (Y). Hasil analisa kadar asam sianida (HCN) pada umbi menurun pada saat difermentasi menggunakan ragi tape. Hal ini karena pada ragi tape mengandung beberapa jenis mikroorganisme yaitu *Chlamydomucor oryzae*, *Rhizopus oryzae*, *Mucor* sp., *Candida* sp., *Saccharomyces cerevicae*, *Saccharomyces verdomanii*, dan lain-lain. Kandungan HCN terendah pada kentang udara sebesar 6,8 mg/kg sedangkan yang tertinggi pada uwi ungu sebesar 26,7 mg/kg. Sedangkan, kadar air dan kadar abu pada ketiga jenis umbi yang difermentasi menggunakan ragi roti memiliki hasil analisa kadar abu dan kadar air yang rendah, sedangkan difermentasi secara alami memiliki nilai yang tinggi. Hasil analisa kadar protein, kadar lemak, serta serat pangan menunjukkan bahwa ragi tape lebih banyak menurunkan kandungan tersebut pada ketiga jenis umbi, sedangkan fermentasi secara alami memiliki nilai tertinggi.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian ini dilakukan analisa sifat kimia pada *chip* umbi yang masih basah, sehingga dikhawatirkan akan berpengaruh pada hasil analisa sifat kimia karena proses analisa tidak bisa diselesaikan dalam 1 hari meskipun selama analisa *chip* umbi basah disimpan dalam suhu rendah, oleh karena itu lebih baik dilakukan pengujian pada *chip* yang sudah dilakukan proses pengeringan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adamafio, Sakyramah dan Josephyne T. 2010. Fermentation in Cassava (*Manihot Exculenta* Crantz) Pulp Juice Improves Nutritive Value of Cassava Pell. *Academic Journals* 4(3): 51-56.
- AOAC, 1970. *Official Methods of Analysis of The Association of Analytical Chemists*. Washington D.C.
- AOAC, 2005. *Official Methods of Analysis of The Association of Analytical Chemists*. Washington D.C.
- Arindhani, Sabrina. 2015. Produksi Bioetanol Menggunakan Ragi Roti Instan dengan dan Tanpa Pemberian Aerasi pada Media Molases. *Skripsi*. Jember: Fakultas Teknologi Hasil Pertanian Universitas Jember.
- Asp, N.G., L. Prosky, L. Furda, J.W. De Vries, T.F. Schweizer and B.F. Harland. 1984. *Determination of Total Dietary Fiber in Foods and Food Products and Total Diets: Interlaboratory study*. *J.A.O.A.C.* 67 : 1044-1053.
- Bourgaizer, D., T. T. Jewell, & R.G. Buiser. 1999. *Biotechnology demystifying the concepts*. San Fransisco: Benjamin Cummings.
- Cahyawati, P. N., Izal Zahran, Ikhsan Jufri, dan Noviana. 2017. Keracunan Akut Sianida. *Jurnal Lingkungan dan Pembangunan*. 1(1): 80-87.
- Damardjati, D.S., Widowati, dan Suismono. 1993. *Pembangunan Sistem Agroindustri Kassava*. Sukamandi : Balai Penelitian Pertanian.
- Darmawan. 2006. Pengaruh Kulit Umbi Ketela Pohon Fermentasi terhadap Tampilan Kambing Kacang Janta. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*. 9 (2) : 115-122.
- Department of Interior U.S. 2001. Cyanide Fact Sheet. *Bureau of Reclamation, Technical Service Center, Water Treatment Engineering and Research Group*, pp. 1-4.
- Desroisier, N.W. 1998. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Edisi Ketiga. Terjemahan M. Miljohardjo. Jakarta: UI Press.
- Fatmawati, Hera. 2019. Karakterisasi Fisik Dan Kimia Umbi Gadung (*Dioscorea Hispida* Dennst), Kentang Udara (*Dioscorea Bulbifera* L.) Dan Uwi (*Dioscorea Alata*). *Skripsi*. Jember : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

- French, B.R. 2006. *Food plants of Papua New Guinea: A Compendium*. Revised Edition. Australia: Tasmania West St. Burnie 7320.
- Hariana, A. 2004. *Tanaman Obat dan Khasiatnya*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Hartati, I, Kurniasari, L, dan Yulianto M.E. 2008. Inaktivasi Enzimatis pada Produksi Linamarin dari Daun Singkong Sebagai Senyawa Antineoplastik. *Jurnal Momentum*. Vol. 4, No. 2, hal 1 – 6.
- Herison, C., Turmudi, E., dan Handajaningsih, M. 2010. Studi Kekerabatan Genetik Aksesori Uwi (*Dioscorea spp*) yang Dikoleksi dari Beberapa Daerah di Pulau Jawa dan Sumatera. *Akta Agrosia*. 13(1): 55-61.
- Hilakore, M. A. 2008. *Peningkatan Kualitas Nutritif Putak melalui Fermentasi Campuran Tricoderma reesei dan Aspergillus niger sebagai Pakan Ruminasia*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Hoover, R. 2001. Composition, Molecular Structure, and Physicochemical Properties of Tuber And Root Starches: A Review. *Carbohydrate Polymers*, 45(3): 253-267.
- Hutching, J.B. 1999. *Food Color and Appearance*. Maryland: Aspen Publisher Inc.
- Irawan, M. A. 2007. Glukosa dan Metabolisme Energi. *Sport Science Brief*. 1(6): 12-5.
- Jay, J. M., M. J. Loessner, & D.A. Golden. 2005. *Modern Food Microbiology*. New York: Springer Science.
- Judoamidjojo, R. M., E. G. Said dan L. Hartono. 1992. *Teknologi Fermentasi*. Jakarta: Rajawali Press.
- Koswara, S. 2009. *Teknologi Pengolahan Singkong*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Koswara, S. 2012. *Teknologi Pengolahan Umbi-umbian, Bagian: Pengolahan Umbi Gadung*. Bogor: Bogor Agricultural University.
- Langeland, K. A. dan S. F. Enloe. 2017. *Natural Area Weeds: Air Potato (Dioscorea bulbifera)*. Florida: Agronomy Department, University of Florida.
- Lingga, P. 1992. *Bertanam Ubi-ubian*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Liu, Q., Donner, E., Yin, Y., Huang, R.L. and Fan, M.Z. 2006. The physicochemical properties and in vitro digestibility of selected cereals, tubers, and legumes grown in China. *Food Chemistry*. 99: 470-477.

- Muchtadi, T., dkk. 2010. *Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan*. Bandung: Alfabeta.
- Mustika, D.C. 2012. *Bahan Pangan Gizi dan Kesehatan*. Bandung: Alfabeta
- Myoda, T., Y. Matsuda, T. Suzuki, T. Nakagawa, T. Nagai, dan T. Nagashima. 2006. Identification of Soluble Proteins and Interaction with Mannan in Mucilage of Chinese Yam Tuber (*Dioscorea opposita* Thunb.). *Food Science Technology*. 12 (4): 299302.
- Oboh, G. dan Elusiyan, C.A. 2007. Changes In The Nutrient And Anti-Nutrient Content Of Micro-Fungi Fermented Cassava Flour Produced From Low-And Medium-Cyanide Variety Of Cassava Tubers. *African Journal of Biotechnology*. Vol.6 (18): 2150-2157.
- Ode, La. 2007. Efektifitas Penjemuran dan Perendaman dalam Air Tawar untuk Menurunkan Kandungan Toksik HCN Ubi Hutan (*Dioscorea hispida* Dennst). *Skripsi*. FMIPA Universitas Negeri Gorontalo.
- Pambayun, R. 2007. *Kiat Sukses Teknologi Pengolahan Umbi Gadung*. Yogyakarta: Ardana Media
- Pangerang, A. T. P, T, B. 2013. Studi Pembuatan Farfalle dari Tepung Uwi Ungu (*Dioscorea alata* L.). *Skripsi*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Pelczar, Michael J. dan E. C. S. Shan. 2007. *Dasar Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Prabowo, A. Y., dkk. 2014. Umbi Gembili (*Dioscorea esculenta* L.) sebagai Bahan Pangan Mengandung Senyawa Bioaktif. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol. 2 No. 3 p. 129 –135.
- Prastyo, D.H dan Triaji, W. 2011. Penurunan Sianida Umbi Gadung Dengan Proses *Leaching* dan Pengukusan Sebagai Bahan Dasar Tepung. *Skripsi*. Semarang: Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Purawisastra, S., 2001. Penelitian Pengaruh Isolat Galaktomannan Kelapa terhadap Penurunan Kadar Kolesterol Serum Kelinci. *Center for Research and Development of Nutrition and Food*. NIHRD. Badan Litbang Kesehatan. Hal. 1-30.
- Rahayu, S. 2009. *Blanching* dan Perendaman Gadung untuk Mengubah Kadar HCN dan Dioskorin Criping Gadung. *Scientific Journal of Agriculture Science*. Vol.11, hal 38-47.
- Rochintaniawati, D. 2012. *Pembuatan Ragi Tempe*. Bandung:Fakultas Biologi IKIP Bandung.

- Setiadji. 2007. *Kimia Oraganik*. Jember: FTP UNEJ.
- Sibuea, P. 2002. Pemanfaatan Umbi Gadung. [http://Gizi. Net/Tak ada beras makan gadung/artikel](http://Gizi.Net/Tak%20ada%20beras%20makan%20gadung/artikel). [Diakses pada 8 Maret 2017].
- Sosrosoedirdjo, R. S. 1993. *Bercocok Tanam Ketela Pohon*. Jakarta: CV. Yasaguna
- Sudarmadji, S. B Haryono, Suhardi. 1997. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Penerbit Liberty.
- Sulistyaningrum, L. S. 2008. Optimasi Fermentasi Asam Kojat Oleh Galur Mutan *Aspergillus flavus* NTGA7A4UVE10. *Skripsi*. Universitas Indonesia: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Supardi dan Sukamto. 1999. *Mikrobiologi, Pengolahan dan Keamanan Pangan*. Jakarta: Alumni.
- Suprihatin. 2010. *Teknologi Fermentasi*. Surabaya: UNESA Press.
- Syarief, Uci. 2011. Pembuatan Ragi Tape. <http://ucusyarief.blogspot.com/2011/03/pembuatanragi-tape.html>. [Diakses tanggal 8 Maret 2017].
- Tanyildizi M. S., Dursun Ozer dan Murat Elibol. 2007. Production of Bacterial α -amylase by *B. Amyloliquefaciens* Under Solid Substrate Fermentation. *Biochemical Engineering Journal*. 37(3): 297.
- Tjitrosoepomo, G. 2013. *Taksonomi Tumbuhan (Spermatohyta)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Tope, A. K. 2014. Effect of Fermentation on Nutrient Composition and Anti-Nutrient Contents of Ground Lima Bean Seeds Fermented with *Aspergillus fumigatus*, *Rhizopus stolonifer* and *Saccharomyces cerevisiae*. *International Journal of Advanced Research*. 2(7):1208-1215.
- Trimanto. 2012. Karakterisasi dan Jarak Kemiripan Uwi (*Dioscorea alata* L) Berdasarkan Penanda Morfologi Umbi. *Buletin Kebun Raya*. 15(1): 46-55.
- Ussysus, Z., Richert, J.S., & Adamczyk, M.I. 2009. Protein Quality and Amino Acid Profile of Fish Product Available in Poland. *Food Chemistry*. 1(12): 139-145.
- Widodo, Wahyu. 2011. Ragi Tape. <https://far71.wordpress.com/2011/06/16/fermentasi-ragi-tape/>. [Diakses pada 8 Maret 2017].
- Winarno, F.G. 2002. *Kimia Pangan*. Jakarta: PT. Gramedia.

- Winarno, F.G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta : PT.Gramedia.
- Wynn, James P., and Ratletge, C. 2005. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. Sixth Edition, Six Volume Set. Edited by Fereidoon Shahidi. America: John Wiley & Sons, Inc.
- Yuniar, D.P. 2010. Karakteristik Beberapa Umbi Uwi (*Dioscorea spp.*) dan Kajian Potensi Kadar Inulinnya. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.
- Zahro, Nurus. 2013. Laporan Analisa Kadar Abu. <http://nuruszahro.blogspot.com/2013/10/laporan-analisa-kadar-air.html>. [Diakses pada 8 Maret 2017].
- Zuhud, EAM, Siswoyo, E. Sandra, R. Soekmadi, E. Adhiyanto. 2004. *Penyusunan Rancangan Berupa Tumbuhan di Kabupaten Sintang Kerjasama Fakultas Kehutanan IPB dengan Bappeda Kabupaten Sintang*. Bogor: IPB Press.

Lampiran 4.1. Data Analisis Warna (*Hue*) *Chip* Gadung Dayak, Uwi Ungu Dan Kentang Udara Terfermentasi Menggunakan Sumber Inokulum Berbeda

Perlakuan	Ulangan	Warna ($^{\circ}$<i>Hue</i>)	Rata-rata	SD
A1B1	1	91,48	92,24	0,82
	2	92,11		
	3	93,11		
A1B2	1	93,24	93,77	0,59
	2	94,41		
	3	93,64		
A1B3	1	91,55	92,24	0,83
	2	92,65		
	3	93,18		
A2B1	1	114,1	114,8	2,51
	2	112,6		
	3	117,5		
A2B2	1	121,2	116,5	4,92
	2	116,8		
	3	111,4		
A2B3	1	113,5	112,8	1,18
	2	113,4		
	3	111,4		
A3B1	1	106,7	107,3	2,65
	2	110,2		
	3	104,9		
A3B2	1	114,0	108,4	5,05
	2	107,3		
	3	104,1		
A3B3	1	108,2	104,1	3,57
	2	102,2		
	3	101,9		

Lampiran 4.2. Data Analisis Kadar Asam Sianida (HCN) *Chip* Gadung Dayak, Uwi Ungu Dan Kentang Udara Terfermentasi Menggunakan Sumber Inokulum Berbeda

Perlakuan	Ulangan	Kadar HCN (mg/kg)	Rata-rata	SD
A1B1	1	7,29	7,8	0,52
	2	7,83		
	3	8,33		
A1B2	1	9,98	10,1	0,40
	2	10,52		
	3	9,72		
A1B3	1	28,88	28,9	0,54
	2	28,33		
	3	29,42		
A2B1	1	27,26	26,7	0,53
	2	26,19		
	3	26,72		
A2B2	1	32,39	31,9	0,41
	2	31,58		
	3	31,85		
A2B3	1	39,14	39,1	0,41
	2	39,41		
	3	38,60		
A3B1	1	6,75	6,8	0,14
	2	7,00		
	3	6,75		
A3B2	1	8,91	8,8	0,15
	2	8,64		
	3	8,91		
A3B3	1	25,37	25,5	0,40
	2	25,10		
	3	25,90		

Lampiran 4.3. Data Analisis Kadar Air *Chip* Gadung Dayak, Uwi Ungu Dan Kentang Udara Terfermentasi Menggunakan Sumber Inokulum Berbeda

Perlakuan	Ulangan	Kadar Air (%)	Rata-rata	SD
A1B1	1	73,64	76,56	2,53
	2	77,78		
	3	78,26		
A1B2	1	74,60	76,48	2,43
	2	79,22		
	3	75,60		
A1B3	1	75,21	78,13	2,88
	2	80,98		
	3	78,20		
A2B1	1	89,71	88,61	0,95
	2	88,14		
	3	87,98		
A2B2	1	85,99	87,53	1,35
	2	88,53		
	3	88,07		
A2B3	1	88,16	88,73	0,54
	2	88,76		
	3	89,26		
A3B1	1	92,19	90,08	2,41
	2	90,61		
	3	87,44		
A3B2	1	91,79	88,90	2,62
	2	86,68		
	3	88,20		
A3B3	1	91,87	90,42	1,49
	2	90,49		
	3	88,89		

Lampiran 4.4. Data Analisis Kadar Abu *Chip* Gadung Dayak, Uwi Ungu Dan Kentang Udara Terfermentasi Menggunakan Sumber Inokulum Berbeda

Perlakuan	Ulangan	Kadar Abu (%)	Rata-rata	SD
A1B1	1	0,62	0,63	0,05
	2	0,68		
	3	0,58		
A1B2	1	0,54	0,56	0,02
	2	0,59		
	3	0,53		
A1B3	1	0,68	0,63	0,04
	2	0,59		
	3	0,62		
A2B1	1	0,84	0,80	0,11
	2	0,67		
	3	0,88		
A2B2	1	0,81	0,74	0,21
	2	0,89		
	3	0,50		
A2B3	1	0,67	0,81	0,13
	2	0,79		
	3	0,94		
A3B1	1	0,51	0,62	0,10
	2	0,73		
	3	0,62		
A3B2	1	0,65	0,53	0,14
	2	0,37		
	3	0,55		
A3B3	1	0,59	0,67	0,07
	2	0,69		
	3	0,73		

Lampiran 4.5. Data Analisis Kadar Protein *Chip* Gadung Dayak, Uwi Ungu Dan Kentang Udara Terfermentasi Menggunakan Sumber Inokulum Berbeda

Perlakuan	Ulangan	Kadar Protein (%)	Rata-rata	SD
A1B1	1	1,54	1,58	0,08
	2	1,67		
	3	1,52		
A1B2	1	1,71	1,87	0,16
	2	2,05		
	3	1,83		
A1B3	1	1,92	2,10	0,23
	2	2,00		
	3	2,36		
A2B1	1	3,97	3,70	0,23
	2	3,60		
	3	3,53		
A2B2	1	3,36	3,70	0,28
	2	3,86		
	3	3,87		
A2B3	1	4,28	4,45	0,17
	2	4,42		
	3	4,64		
A3B1	1	3,42	3,14	0,31
	2	2,81		
	3	3,17		
A3B2	1	6,63	4,83	1,61
	2	4,30		
	3	3,54		
A3B3	1	6,65	5,00	1,56
	2	4,81		
	3	3,53		

Lampiran 4.6. Data Analisis Kadar Lemak *Chip* Gadung Dayak, Uwi Ungu Dan Kentang Udara Terfermentasi Menggunakan Sumber Inokulum Berbeda

Perlakuan	Ulangan	Kadar Lemak (%)	Rata-rata	SD
A1B1	1	0,86	0,98	0,16
	2	0,90		
	3	1,17		
A1B2	1	0,95	1,02	0,24
	2	1,28		
	3	0,80		
A1B3	1	0,63	1,16	0,49
	2	1,22		
	3	1,61		
A2B1	1	0,26	0,23	0,06
	2	0,27		
	3	0,15		
A2B2	1	0,21	0,25	0,03
	2	0,27		
	3	0,26		
A2B3	1	0,38	0,38	0,03
	2	0,33		
	3	0,40		
A3B1	1	0,31	0,38	0,11
	2	0,51		
	3	0,31		
A3B2	1	0,54	0,44	0,09
	2	0,37		
	3	0,40		
A3B3	1	0,34	0,44	0,09
	2	0,43		
	3	0,53		

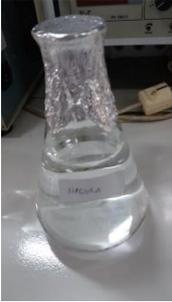
Lampiran 4.7. Data Analisis Kadar Karbohidrat *Chip* Gadung Dayak, Uwi Ungu Dan Kentang Udara Terfermentasi Menggunakan Sumber Inokulum Berbeda

Perlakuan	Ulangan	Kadar Karbohidrat (%)	Rata-rata	SD
A1B1	1	19,31	18,90	0,43
	2	18,94		
	3	18,45		
A1B2	1	22,17	20,08	2,83
	2	16,84		
	3	21,20		
A1B3	1	21,54	17,94	3,26
	2	15,18		
	3	17,09		
A2B1	1	5,19	6,65	1,26
	2	7,31		
	3	7,45		
A2B2	1	9,60	7,78	1,64
	2	6,43		
	3	7,28		
A2B3	1	6,48	5,64	0,86
	2	5,68		
	3	4,75		
A3B1	1	3,55	5,78	2,47
	2	5,33		
	3	8,44		
A3B2	1	0,35	5,30	4,31
	2	8,25		
	3	7,29		
A3B3	1	0,52	3,45	2,86
	2	3,56		
	3	6,26		

Lampiran 4.8. Data Analisis Kadar Serat Pangan *Chip* Gadung Dayak, Uwi Ungu Dan Kentang Udara Terfermentasi Menggunakan Sumber Inokulum Berbeda

Perlakuan	Ulangan	Kadar Serat Pangan (%)	Rata-rata	SD
A1B1	1	2,45	2,45	0,03
	2	2,48		
	3	2,41		
A1B2	1	2,49	2,52	0,03
	2	2,51		
	3	2,55		
A1B3	1	2,70	2,67	0,08
	2	2,57		
	3	2,71		
A2B1	1	4,11	4,21	0,11
	2	4,17		
	3	4,32		
A2B2	1	4,36	4,41	0,06
	2	4,37		
	3	4,48		
A2B3	1	4,53	4,56	0,05
	2	4,52		
	3	4,61		
A3B1	1	4,12	4,12	0,04
	2	4,15		
	3	4,07		
A3B2	1	4,62	4,62	0,04
	2	4,66		
	3	4,57		
A3B3	1	6,92	6,95	0,03
	2	6,93		
	3	6,98		

Lampiran 4.9. Dokumentasi Foto Penelitian

No	Gambar	Keterangan
1.		Aquadres steril
2.		Fermentasi umbi
3.		Analisa warna
4.		Kadar abu

5.		Penimbangan
6.		Kadar lemak
7.		Destruksi protein
8.		Analisa protein

9.		Destilasi
10.		Titration