

PENGURANGAN KADAR SIANIDA UMBI GADUNG MENGGUNAKAN KOMBINASI CARA FISIKA DAN KIMIA SERTA PEMANFAATANNYA DALAM PEMBUATAN PRODUK PANGAN

REDUCTION CYANIDE IN THE DIOSCOREA HISPIDA DENNST. BULBS BY PHYSICAL AND CHEMICAL COMBINATIONS METHOD AND THE APPLICATION IN FOOD PRODUCTS

La Harimu^{1,*}, Haeruddin², Fatahu³, Rizal⁴

^{1, 2, 3}Jurusan Pendidikan Kimia Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Halu Oleo
Jl. H. E. A. Mokodompit Anduonohu Kendari

⁴Jurusan Pendidikan Ekonomi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Halu Oleo
Jl. H. E. A. Mokodompit Anduonohu Kendari

Dikirim: 1 Mei 2020; Disetujui: 9 Juni 2020; Diterbitkan: 31 Juli 2020

DOI: [10.46891/kainawa.2.2020.65-79](https://doi.org/10.46891/kainawa.2.2020.65-79)

Inti Sari

Salah satu penyebab tidak dimanfaatkannya umbi gadung yang tumbuh liar di Kelurahan Kalialia adalah karena mengandung racun sianida dan kurangnya pengetahuan masyarakat untuk mengolahnya agar aman untuk dikonsumsi. Oleh karena itu melalui penelitian ini memberikan solusi iptek sederhana bagi masyarakat agar umbi gadung yang melimpah dan beracun dapat dimanfaatkan sebagai alternatif pengganti beras dan jagung. Teknologi sederhana yang diaplikasikan pada masyarakat adalah perendaman air laut selama 24 jam yang dilanjutkan dengan pencucian dengan air tawar untuk menghilangkan kadar garam sekaligus kadar sianida yang masih tersisa, pencelupan irisan umbi gadung dalam air hangat selama 1 menit, dan dilanjutkan dengan penjemuran sampai kering. Semua perlakuan ini bertujuan mengurangi kadar sianida agar umbi gadung yang dihasilkan aman untuk dikonsumsi. Produk yang dihasilkan ada tiga yaitu tepung kasoami instan, kasoami siap saji, dan keripik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan sianida tanpa perlakuan dan setelah perlakuan perendaman dengan air laut, pencelupan dengan air panas, dan pengeringan adalah berturut-turut 79,807 ppm, 13,656 ppm, 11,474 ppm, dan 1,445 ppm. Tepung umbi gadung yang dihasilkan dari kombinasi cara fisika dan kimia adalah 1,445 ppm, atau efektif menurunkan kadar sianida sebesar 98,19%. Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa setiap produk dari umbi gadung rata-rata disukai oleh konsumen.

Kata Kunci: gadung; air laut; sianida; kasoami; keripik

Abstract

One of the causes is not exploited in Dioscorea hispida Dennst. that grow wild in Kalialia Village is because it contains cyanide poisoning and the lack of public knowledge to process it to be safe for consumption. Therefore, through this study provides a simple technology solution for communities to Dioscorea hispida Dennst. are abundant and toxic can be used as an alternative to rice and corn. Simple technology that was applied to the public is sea water immersion for 24 hours followed by washing with fresh water to remove the salt content at the same time remaining cyanide levels, dipping slices of Dioscorea hispida Dennst. in warm water for 1 minute, and continued with drying to dry. All these treatments aimed at reducing the cyanide levels in order to in Dioscorea

* Penulis Korespondensi

Telepon : +62-821-9738-4194
Surel : harim_l@yahoo.co.id

hispida Dennst. produced is safe for consumption. There are three products produced, namely instant *Dioscorea hispida* Dennst. flour, kasoami fast, and chips. The results showed that the cyanide content without treatment and after treatment with sea water immersion, immersion in hot water, and drying are successively ppm 79.807, 13.656 ppm, 11.474 ppm, and 1,445 ppm respectively. *Dioscorea hispida* Dennst. produced from a combination of physical and chemical methods means is 1,445 ppm, or effectively reduces cyanide levels amounted to 98.19%. Organoleptic test results indicate that each product from *Dioscorea hispida* Dennst. on average preferred by consumers.

Keywords: *Dioscorea hispida* Dennst.; sea water; drying; cyanide; kasoami fast; chips

I. PENDAHULUAN

Kelurahan Kalialia merupakan salah satu wilayah Kecamatan Lea-Lea Kota Baubau Sulawesi Tenggara dengan karakteristik yang agak unik yaitu tergolong kelurahan yang masih tertinggal dibanding dengan kelurahan lain seperti dibidang pendidikan dan tingkat kesejahteraan. Salah satu penyebab tingkat kesejahteraan yang masih rendah walaupun dengan hasil alam yang melimpah adalah kurangnya pengetahuan masyarakat untuk mengolah hasil pertanian yang ada menjadi produk yang bernilai ekonomi. Sebagian besar penduduk Kelurahan Kalialia berprofesi sebagai petani, nelayan, dan perantau. Sekarang ini terjadi pergeseran pola pikir dan pola kehidupan di mana masyarakat yang berusia dewasa lebih senang merantau ke daerah lain untuk menghidupi keluarganya. Akibatnya banyak lahan tidur yang tidak diolah sehingga menggeser pola konsumsi makanan pokok masyarakat dari umbi-umbian dan jagung menjadi beras. Akibatnya terkadang kebutuhan akan pangan dalam keluarga tidak tercukupi. Selain itu pola konsumsi masyarakat tidak bervariasi lagi dan tergantung pada pangan beras.

Pada musim paceklik untuk mencukupi kebutuhan pangan keluarga dan mengurangi ketergantungan akan beras sebagian masyarakat di Kelurahan Kalialia memanfaatkan umbi gadung yang tumbuh liar pada bekas lahan petani yang ditinggalkan serta pada kawasan hutan. Namun demikian masyarakat yang mengonsumsi umbi gadung sering mengalami gangguan dan terjadi gejala keracunan. Kandungan *dioscorine* ($C_{13}H_{19}O_2N$) pada umbi gadung dapat menyebabkan rasa pusing dan kejang jika dikonsumsi tanpa pengolahan yang benar (Depkes RI, 1989) *dihydriodioscorine* dan *saponin* (Webster dkk., 1984). Hal ini disebabkan karena kadar racun sianida yang masih tinggi akibat cara pengolahan yang tidak benar untuk menghasilkan produk aman dikonsumsi.

Berdasarkan kelimpahan umbi gadung yang terdapat di Kelurahan Kalialia, maka sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai sumber pangan alternatif dalam upaya mewujudkan ketahanan pangan dan konsumsi sumber pangan yang bervariasi. Selain itu hasil olahan umbi gadung yang aman dikonsumsi

dapat dijadikan sebagai usaha masyarakat untuk meningkatkan pendapatan masyarakat. Umbi gadung merupakan sumber karbohidrat penting yang digunakan sebagai makanan pokok terutama oleh penduduk yang tinggal di daerah tropis dan subtropis, tetapi jarang dikonsumsi karena membutuhkan lebih banyak usaha dan waktu dalam mempersiapkan penyajiannya (Liu dkk., 2006). Hal yang menjadi masalah utama terkait dengan terbatasnya pemanfaatan umbi gadung sebagai sumber makanan bagi manusia yaitu tingginya kandungan zat beracun, yaitu racun golongan alkaloid dan sianida dalam bentuk terikat dengan senyawa lain (Hasanah dkk., 2012). Kadar air yang relatif tinggi dan kerentanan terhadap kerusakan fisiologis bertahap setelah panen (Kumoro dkk., 2011).

Berdasarkan hasil penelitian Prastyo & Triaji (2011) untuk menurunkan kadar sianida umbi gadung dengan proses *leaching* menggunakan *enzim linamarase* dan pengukusan sebagai bahan dasar tepung di mana diperoleh laju alir sebesar 3 liter/menit selama 3 jam merupakan kondisi proses *leaching* yang paling optimal, sedangkan waktu pengukusan yang paling optimal adalah 75 menit. Begitu pula Kumoro dkk. (2011) dalam penelitiannya menurunkan kadar asam sianida dalam air mengalir secara *semi batch* pada laju alir yaitu 3 liter/menit, waktu proses 1 jam dengan kebutuhan air sebesar 180 liter, kadar sianida dapat diturunkan dari 84,26 ppm per kg gadung menjadi 46,3 ppm/kg gadung atau kurang lebih sebanyak 45,05%. Gadung hasil proses pengolahan aman dikonsumsi, karena kandungan sianidanya di bawah ambang batas yang diperbolehkan. Kadar sianida yang aman dikonsumsi sebagai bahan pangan maksimal 10 mg/kg (Djazuli & Bradbury, 1999).

Penurunan kadar racun sianida dalam umbi gadung secara maksimal perlu dilakukan dengan perlakuan kombinasi cara fisika (pembilasan dengan air tawar, pencelupan dengan air hangat, dan penjemuran dengan sinar matahari) dan kimia (perendaman irisan umbi gadung dalam air laut) agar diperoleh produk yang aman untuk dikonsumsi. Pada umumnya pengurangan kadar sianida pada umbi gadung dilakukan secara parsial yaitu secara kimia dengan perendaman dengan air laut, fermentasi, atau dikontakkan dengan

abu gosok selanjutnya dijemur. Akibatnya penurunan sianida pada umbi gadung belum maksimal.

II. METODE

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli-Oktober 2015 di Kelurahan Kalialia Kecamatan Lea-Lea Kota Baubau. Kandungan sianida, produk yang dihasilkan berupa kasoami, tepung umbi gadung, dan keripik dianalisis di Laboratorium Kimia Analitik UPT Laboratorium Terpadu Universitas Halu Oleo.

B. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu pisau, baskom, blender, buret Pyrex 50 ml, Erlenmeyer Pyrex, botol semprot, timbangan analitik, sendok, spatula, gelas kaca, cawan porselin, oven, filler, gelas bekker, gelas ukur, corong gelas, pipet volum, botol timbang, adaptor, labu leher 3, labu destilasi, labu takar, elektromantel, kondensor, dan termometer.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu umbi gadung (*Dioscorea hispida Dennst.*) yang langsung diperoleh dari Kelurahan Kalialia, Kota Baubau, air laut, KI, K_2CrO_4 , NaCl, NaOH, $AgNO_3$, NH_4OH , dan akuades.

C. Perlakuan Pengurangan Sianida dari Umbi Gadung

Perlakuan pengolahan umbi gadung (*Dioscorea hispida Dennst.*) dilakukan dengan proses pengupasan, kemudian diiris tipis-tipis dan kemudian dilakukan perendaman dengan air laut selama 24 jam. Setelah perendaman dengan air laut kemudian dilakukan pembilasan dengan air tawar. Setelah proses pembilasan dengan air tawar dilanjutkan dengan pencelupan dengan air hangat. Perlakuan terakhir dilanjutkan dengan penjemuran pada sinar matahari sampai kering. Hasil perlakuan umbi gadung dengan penjemuran sinar matahari digunakan untuk bahan pembuatan kasoami, tepung kasoami instan dan keripik. Setiap tahap perlakuan dilakukan analisis kandungan sianida umbi gadung secara titrasi argentometri setelah sampel umbi gadung didestilasi uap.

D. Pembuatan Produk dari Umbi Gadung

1) Pembuatan Kasoami

Kasoami yang dibuat dalam pengabdian atau penelitian ini adalah dari irisan umbi gadung kering hasil perendaman, pembilasan, pencelupan, dan pengeringan. Bahan yang telah kering direndam kembali dengan air bersih selama 30 menit, kemudian diperas airnya dan langsung dikukus atau irisan yang sudah kering kemudian digiling menjadi tepung, dicampur dengan air secukupnya dan selanjutnya dikukus selama ± 15 menit atau sampai matang. Cara lain secara tradisional irisan umbi gadung hasil perendaman dengan air laut dan pembilasan dengan air tawar kemudian difermentasi selama 3 hari dan kemudian dihancurkan dan siap untuk dikukus sampai matang. Setelah matang kasoami siap untuk dihidangkan.

2) Pembuatan Tepung Instan

Hasil irisan atau olahan umbi gadung yang telah kering kemudian digiling untuk menghasilkan tepung. Setelah menjadi tepung kemudian dikemas untuk selanjutnya disimpan untuk waktu yang lama.

3) Keripik

Keripik umbi gadung yang dibuat dari hasil irisan atau olahan umbi gadung dengan beberapa perlakuan yang kadar sianidanya sudah berkurang dan layak konsumsi kemudian digoreng lalu dikemas. Ada juga produk yang dihasilkan dikemas sebelum digoreng.

E. Analisis Kandungan Nilai Gizi Tepung Umbi Gadung

Parameter nilai gizi dari tepung umbi gadung yang dilakukan dalam penelitian ini adalah kadar air, karbohidrat, protein, lemak, dan kadar abu.

1) Analisis Kadar Air (*Sudarmadji dkk., 1997*)

Analisis kadar air dilakukan dengan metode oven, kadar air dihitung sebagai persen berat. Cawan porselin dan penutupnya dibersihkan kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105-110°C selama 1 jam, selanjutnya didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan dihitung beratnya (A).

Sampel yang berupa tepung, kasoami, atau keripik ditimbang sebanyak 1 gram dalam cawan dan ditimbang beratnya (B). Sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 100-105°C kemudian ditimbang dan dilakukan berulang sampai diperoleh berat konstan (C). Kadar air dihitung dari pengurangan berat merupakan banyaknya air dalam tepung, kasoami, atau keripik.

$$\text{Kadar Air} = \frac{(B - C)}{(B - A)} \times 100\%$$

2) Analisis Protein

Analisis protein terlarut berdasarkan metode Lowry-Folin dengan spektrofotometer ([Sudarmadji dkk., 1997](#)). Penyiapan sampel yaitu: 5 gram tepung umbi gadung ditambah akuades sampai volume 100 ml, larutan kemudian disaring menggunakan kertas saring. Larutan tersebut diambil 1 ml dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi, ditambah pereaksi Lowry D, segera digojog dengan vorteks dan inkubasi pada suhu kamar selama 15 menit lalu ditambahkan pereaksi Lowry E (3,0 ml) ke dalam cuplikan digojog kemudian diinkubasi pada suhu kamar selama 45 menit dan diukur absorbansinya pada 590 nm. Dibuat kurva standar bovin serum albumin dengan konsentrasi 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1/ml H₂O sehingga diperoleh garis regresi hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi protein. Berdasarkan garis ini kadar protein cuplikan bisa diketahui.

3) Analisis Kadar Lemak

Kadar lemak dianalisis dengan metode Folch et al. dalam [Sudarmadji dkk. \(1997\)](#). Sampel tepung umbi gadung sebanyak 5 g dimasukkan ke dalam 20 ml larutan khloroform-metanol 1:1 v/v, kemudian dicampur dengan pengojagan dikocok selama 2 jam. Setelah 2 jam, sampel disentrifuge dengan kecepatan 3000 rpm selama 5 menit dan disaring. Filtratnya ditambah dengan 20 ml KCl 1 M dan 20 ml H₃PO₄ 0,2 M. Larutan kembali digojog selama 2 jam, setelah itu larutan disentrifuge dengan kecepatan 10000 rpm selama 2 menit. Larutan dimasukkan ke dalam corong pisah, digojog hingga terbentuk dua lapisan, lapisan bawah yang mengandung lemak dipisahkan dari lapisan atasnya

kemudian ditampung pada cawan petri kosong yang telah diketahui beratnya, kemudian disimpan pada oven suhu 40°C selama 24 jam. Setelah 24 jam cawan dikeluarkan dari oven dan ditimbang (berat total). Berat lemak merupakan selisih dari berat total dikurangi dengan berat cawan kosong.

4) Penentuan Gula Reduksi (Kadar Karbohidrat)

Sebanyak 0,3 gram sampel tepung umbi gadung ditimbang dan ditambahkan 3 ml HCl 1 M kemudian dihidrolisis pada pemanas air, hasil hidrolisis sampel sebanyak 1 ml filtrate yang telah diencerkan dicampur dengan 1ml larutan reagen nelson, dipanaskan selama 20 menit sampai mendidih, kemudian didinginkan, ditambahkan 1 ml larutan arsenomolibdat, dilakukan pengadukan dan ditambah dengan 7 ml air akuades. Selanjutnya dilakukan pengukuran dengan Spektrofotometer dengan panjang gelombang 550 nm untuk mendapatkan nilai absorbansi. Warna biru pekat pada campuran larutan diencerkan dengan cara memipet 1 ml campuran larutan kemudian ditambahkan 9 ml akuades.

Penentuan konsentrasi glukosa pereduksi dalam sampel dihitung menggunakan persamaan regresi yang diperoleh pada kurva standar dengan rumus:

$$\text{Konsentrasi gula (x)} = (y - b) \times fp / a$$

di mana:
 y = absorbansi sampel
 b = intersep
 a = slope
 fp = faktor pengenceran larutan (10)

$$\% \text{ karbohidrat} = \frac{\text{Konsentrasi gula (x)} \times \text{Vol} \times 100\%}{\text{Berat sampel (mg)}}$$

5) Kadar Abu ([Sudarmadji dkk., 1997](#))

Cawan pengabuan dibakar dalam tanur kemudian didinginkan 3-5 menit lalu ditimbang. Ditimbang dengan cepat kurang lebih 5 gram sampel yang sudah dihomogenkan dalam cawan. Dimasukkan dalam cawan pengabuan kemudian dimasukkan ke dalam tanur dan dibakar sampai diperoleh abu atau sampai beratnya tetap Kadar abunya dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ Kadar abu} = \frac{\text{berat abu (g)}}{\text{berat sampel (g)}} \times 100\%$$

6) Analisa Kadar Asam Sianida (HCN) (*Sudarmadji dkk., 1997*)

Ditimbang sebanyak 20 gram sampel yang telah dihaluskan kemudian ditambahkan 100 ml akuades dalam Erlenmeyer dan didiamkan selama 2 jam. Ditambahkan lagi 30 ml akuades dan didestilasi. Destilat ditampung dalam Erlenmeyer yang telah diisi dengan 20 ml NaOH 2,5%.

Setelah didestilasi (ditampung dalam Erlenmeyer) selama 2 jam, maka proses destilasi dihentikan. Destilat kemudian ditambahkan 5 ml KI 5% dan 8 ml NH4OH. Campuran destilat tersebut dititrasi dengan larutan AgNO₃ 0,02 N sampai terjadi kekeruhan timbul endapan putih yang konstan. Kemudian dihitung kadar asam sianida.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Hasil Penelitian

Analisis kadar sianida pada umbi gadung (*Dioscorea hispida Dennst.*) dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kadar sianida dari umbi gadung setelah melalui proses perendaman air laut dan pembilasan, pencelupan dalam air panas, dan penjemuran dengan sinar matahari. Pengukuran awal terhadap umbi gadung yang tidak melewati tahap perendaman air laut dan pembilasan, pencelupan dalam air panas, dan penjemuran menunjukkan konsentrasi sianida yang cukup tinggi yaitu 79,807 ppm. Konsentrasi tersebut merupakan konsentrasi sianida dari umbi gadung yang hanya dikupas, diiris serta dihaluskan dan merupakan konsentrasi sianida yang masih sangat berbahaya bagi siapa pun yang mengonsumsinya.

Senyawa glikosida 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 semakin tua semakin besar, sehingga semakin tua umbi gadung, semakin besar pula kandungan HCN di dalamnya (*Pandey & Sinha, 1981*). Sianida dalam umbi gadung utuh merupakan sianida yang masih terikat dengan molekul lain (glikosida sianogenik) dalam bentuk senyawa linamarin dan lautostralin. Berdasarkan penelitian

Trèche (1996), senyawa linamarin merupakan senyawa yang banyak terkandung pada kulit dan permukaan daging umbi gadung, karena letaknya tersebut, maka pada proses pengupasan kulit sebagian besar senyawa linamarin tersebut akan hilang dan sebagian besarnya lagi akan mengubah sianida yang terikat dalam senyawa linamarin menjadi asam sianida (HCN) melalui bantuan linamarase. Hasil penelitian *Agbor-Egbe & Lape Mbome (2006)* bahwa proses pengupasan pada umbi ketela pohon dapat menurunkan kadar sianida dalam umbi sampai 50%, sedangkan proses pengecilan ukuran dengan pengirisan, pemarutan dan penggilingan dapat menurunkan kandungan sianidanya sebesar 22% (*Bainbridge dkk., 1998*). Dengan demikian dapat diketahui bahwa kombinasi perlakuan akan menurunkan konsentrasi sianida pada umbi gadung lebih baik.

Perlakuan irisan umbi gadung melalui perendaman dengan air laut dilakukan selama 24 jam, 48 jam, 72 jam. Pada saat mulai perendaman dengan air laut teramatidanya cairan yang berwarna putih dan gatal yang diduga berasal dari asam sianida karena hasil hidrolisis gugus sianida atau nitril dalam bentuk terikat dari senyawa linamarin. Irisan umbi gadung yang telah direndam menunjukkan tekstur yang lunak dan berwarna putih. Setelah direndam dengan air laut dan dibilas dengan air tawar, irisan umbi gadung dihaluskan dan diukur kadar sianidanya. Tujuan pembilasan dengan air tawar selain menghilangkan kadar sianida juga berfungsi untuk menghilangkan kadar garam yang ada pada irisan umbi gadung sehingga rasanya tidak asin. Selain itu juga akan mengganggu penentuan kadar sianida pada proses pengendapan dengan titrasi argentometri. Kadar sianida pada umbi gadung tanpa diberi perlakuan dan dengan perendaman dalam air laut pada lama perendaman 24 jam dan pembilasan ditunjukkan pada *Tabel 1*.

Berdasarkan data pada *Tabel 1* menunjukkan bahwa perlakuan perendaman dengan air laut dan pembilasan dengan air tawar dapat menurunkan kadar sianida cukup besar. Berkurangnya kandungan sianida pada perlakuan perendaman dengan air laut dan pembilasan dengan air tawar disebabkan

Tabel 1.

Kadar Sianida Umbi Gadung yang Tersisa Hasil Perendaman dalam Air Laut Selama 24 Jam dan Pembilasan dengan Air Tawar

Sampel	Rata-rata kadar CN-(ppm)
Tanpa Perlakuan	79,807
Perendaman 24	13,656

karena asam sianida dapat bereaksi dengan air laut membentuk senyawa NaCN yang selanjutnya akan larut dalam air. Namun demikian masih ada yang tersisa yaitu sebesar 13,656 ppm atau mengalami penurunan sebesar 82,88%. Penelitian ini juga dilakukan untuk lama perendaman 48 jam dan 72 jam, namun tidak dilakukan analisis karena ditinjau dari struktur fisiknya sudah rapuh atau mudah hancur. **Apriansyah dkk. (2014)** melakukan penelitian penurunan kadar sianida dari umbi gadung dengan larutan air, larutan garam, dan larutan kapur diperoleh penurunan kadar HCN pada perendaman dalam air adalah 89,2%, pada perendaman dalam larutan garam adalah 88,89%, pada perendaman dalam larutan kapur adalah 86,09% dan pada perendaman dalam air mengalir adalah 88,76%.

Penggunaan air laut untuk menurunkan kandungan sianida disebabkan karena air laut dapat melarutkan senyawa-senyawa lain dalam jumlah yang lebih banyak dibandingkan air tawar. Air laut tidak hanya mengandung molekul air, tetapi juga mengandung garam-garam anorganik yang mudah untuk terionisasi. Oleh karena sianida merupakan senyawa ionik yang bermuatan negatif, maka ion-ion yang akan mengikat sianida tersebut adalah ion-ion positif dari garam-garam anorganik. Unsur atau ion positif yang memiliki konsentrasi tinggi pada air laut adalah Natrium (Na), Magnesium (Mg) dan Kalsium (Ca), sehingga ketiga unsur atau ion inilah yang berpotensi untuk mengikat sianida pada senyawa linamarin umbi gadung. Unsur atau ion Natrium dengan konsentrasi tertinggi merupakan ion yang akan paling banyak mengikat sianida karena memiliki kereaktifan yang paling besar dibandingkan Magnesium dan Kalsium.

Melalui perendaman dalam air laut, senyawa (sianida) yang terbentuk akibat reaksi tersebut akan terlarut, sedangkan senyawa-senyawa yang berada dalam sel akan terdifusi

keluar karena termobilisasi oleh molekul-molekul air. Mengendurnya jaringan umbi menyebabkan senyawa racun maupun senyawa lain yang terdapat di dalam sel akan keluar (**Djaafar dkk., 2009**). Selain untuk menghidrolisis dan memobilisasi pengeluaran senyawa sianida, tujuan lain dari perendaman adalah untuk menginaktivkan enzim-enzim yang memproduksi racun sianida serta racun seperti tannin, sehingga sianida tidak lagi dihasilkan setelah perendaman dilakukan (**Permadi dkk., 2012**). Adanya ion-ion logam pada air laut membuat sianida akan lebih mudah membentuk ikatan, khususnya dengan ion Natrium. Natrium sianida yang terbentuk merupakan senyawa dengan kerapatan yang besar sehingga akan meningkatkan laju difusi air terhadap umbi gadung.

Perlakuan selanjutnya adalah pencelupan dengan air panas sebelum dijemur juga bertujuan untuk mengurangi kadar sianida yang kemungkinan masih ada dalam umbi gadung. Selain itu perlakuan pencelupan ini juga bertujuan untuk menghilangkan kadar garam yang masih tersisa pada irisan umbi gadung hasil perendaman dan pencucian. Hasil kadar sianida yang terdapat dalam irisan umbi gadung setelah pencelupan dalam air panas selama 1 menit ditunjukkan seperti pada **Tabel 2**.

Tabel 2.

Kadar Sianida yang Tersisa Hasil Pencelupan dengan Air Panas selama 1 Menit

Sampel	Rata-rata kadar CN-(ppm)
Perendaman 24 jam	11,474

Berdasarkan hasil **Tabel 2** menunjukkan bahwa pencelupan dengan air panas juga turut menurunkan kadar sianida pada umbi gadung dari 13,656 ppm menjadi 11,474 ppm atau mengalami penurunan sebesar 15,98%. Hal ini disebabkan karena pengaruh suhu akan mempercepat pelepasan sianida dalam jaringan umbi gadung. Selain itu pencelupan irisan umbi gadung dalam air panas akan memperbesar ukuran pori-pori dinding dan memecah dinding sel sehingga sianida yang masih ada akan mudah lepas.

Perlakuan setelah pencelupan dengan air panas adalah pengeringan dengan panas

matahari. Hasil pengurangan kadar sianida melalui penjemuran menghasilkan tekstur menjadi lebih keras dengan warna putih pada permukaan irisan umbi gadung. Selanjutnya irisan-irisani umbi gadung dihaluskan dan kemudian diukur konsentrasi sianida yang masih tersisa dengan titrasi argentometri.

Berdasarkan hasil penelitian melalui penjemuran dengan sinar matahari juga dapat menurunkan kadar sianida pada umbi gadung seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3.
Kadar Sianida Umbi Gadung Tersisa Hasil Pengeringan dengan Sinar Matahari

Sampel	Rata-rata kadar CN-(ppm)
Perendaman 24 jam	1,445

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa kadar sianida umbi gadung melalui proses pengeringan dengan sinar matahari juga sangat efektif menurunkan kadar sianida sehingga aman dikonsumsi. Setelah proses pengeringan kadar sianida yang masih tertinggal adalah sebesar 1,445 ppm atau mengalami penurunan sebesar 98,19% dari kadar awal. **Junaidi dkk. (2018)** dapat menurunkan kadar sianida menjadi 69,48 ppm menggunakan Kapang Rhizopus Oryzae secara fermentasi selama 5 hari.

Proses penjemuran bertujuan untuk mengurangi kadar air pada setiap irisan umbi gadung karena kadar air dalam bahan merupakan salah satu faktor penentu kualitas rasa dan daya tahan umbi gadung. Menurut **Antari & Umiyah (2009)**, bahwa proses pengeringan akan memperlambat proses pembusukan pada umbi gadung yang disebabkan oleh kandungan air dalam gadung tersebut sehingga umbi gadung menjadi lebih awet atau tahan lama. Melalui proses penjemuran, air akan mudah teruapkan, semakin lama waktu pengeringan, maka pemecahan komponen-komponen bahan semakin meningkat sehingga jumlah air terikat yang terbebaskan semakin banyak. Air bebas yang terdapat pada bagian tanaman seperti di bagian jaringan nantinya akan menguap pada proses pengeringan (**Hutami & Harijono, 2014**).

Penghilangan kandungan air pada proses penjemuran pada bahan disebabkan karena dehidrasi dan pemecahan struktur sel sehingga glikosida linamarin dalam umbi gadung oleh linamerase yang menghasilkan glukosa dan aseton sianohidrin untuk selanjutnya melepaskan gas HCN. Sesuai dengan hasil penelitian **Kurniati dkk. (2015)** bahwa pengurangan kadar sianida yang terjadi pada saat pengeringan disebabkan karena bentuk sianida yang telah berubah menjadi asam sianida yang mudah menguap pengaruh panas matahari akan menyebabkan peningkatan suhu sistem pun akan memacu semakin banyaknya HCN yang menguap. Selain itu hasil penelitian **Aman (2011)** bahwa pengurangan kadar sianida itu sendiri yang terjadi pada saat pengeringan disebabkan karena bentuk sianida yang telah berubah menjadi asam sianida yang mudah menguap di udara, efek panas matahari yang menyebabkan peningkatan suhu sistem pun akan memacu semakin banyaknya HCN yang menguap (**Bradbury, 2006**).

Dari keseluruhan perlakuan yang diberikan, umbi gadung yang direndam air laut selama 24 jam, dilanjutkan dengan proses pencelupan dalam air panas dan pengeringan menyisakan kandungan sianida 1,445 ppm dan masuk dalam batas maksimal kandungan sianida yang diperbolehkan pada bahan pangan yang dapat dikonsumsi menurut FAO/WHO yaitu 10 ppm. Hasil perlakuan yang optimal ini digunakan untuk membuat tepung kasoami instan dan keripik.

B. Produk Umbi Gadung

1) Kasoami

Proses pengolahan kasoami secara tradisional dari ubi kayu segar melalui tahapan pengupasan kulit ubi kayu, pencucian, pemarutan kemudian pengepresan. Hasil pengepresan disebut kaopi. Kaopi atau tepung kasoami dikukus setelah tepung dimasukkan pada cetakan dari bahan baku daun kelapa yang disulam berbentuk kerucut atau tempurung kelapa yang diberi lubang-lubang kecil. Alat kukus yang dipakai umumnya adalah periuk tanah atau periuk tembaga. Hasil pengukusan kasoami berbentuk kerucut, bentuknya seperti tumpeng. Kasoami ini merupakan salah satu makanan khas

masyarakat Sulawesi Tenggara dan lebih khusus lagi masyarakat Buton dan Muna berasal dari parutan ubi singkong atau ubi sejenisnya.

Hasil bahan umbi gadung menjadi beberapa produk bahan makanan merupakan upaya penganekaragaman bahan baku pembuatan kasoami dan keripik atau makanan yang terbuat dari umbi dengan nilai gizi yang baik karena mengandung serat tinggi yang selama ini tidak termanfaatkan. Kadar air dari kasoami umbi gadung yang dihasilkan adalah 22,8%. Pada masa yang lalu produk umbi gadung berupa kaopi juga sudah dijual di pasar-pasar tradisional, namun saat ini sudah tidak dijumpai lagi di pasar atau di masyarakat. Hilangnya produk ini kemungkinan disebabkan tingkat keamanan produk dari umbi gadung belum terjamin sehingga masyarakat mengalami ketakutan atau kekhawatiran untuk mengonsumsinya.

2) Tepung Kasoami dari Umbi Gadung

Agar hasil irisan umbi gadung yang telah kering dapat digunakan untuk kebutuhan membuat produk dan pemanfaatannya lebih luas lain seperti bahan baku roti, mi, dan kasoami bagi masyarakat yang ingin mengonsumsi umbi gadung, maka perlu dibuat dalam bentuk tepung. Kehadiran tepung umbi gadung merupakan salah satu upaya penganekaragaman bahan pangan termasuk untuk substitusi tepung terigu. Hasil analisis kadar air, protein, lemak, abu, dan karbohidrat (Proksimat) tepung kasoami dari umbi gadung setelah perendaman, pencucian, pembilasan, dan pengeringan yang digunakan sebagai bahan pembuatan kasoami atau untuk pengganti tepung terigu dan tepung tapioka disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4.
Komposisi Kimia Tepung Umbi Gadung

Komponen	Tepung Umbi Gadung
Air (%)	10,78
Karbohidrat (%)	79,43
Protein (%)	5,92
Lemak (%)	1,04
Abu (%)	2,26
HCN (ppm)	1,445

Berdasarkan data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa tepung umbi gadung mempunyai kandungan kadar air sebesar 10,23% telah memenuhi syarat mutu, bila berpedoman dari persyaratan SNINo.01.2997.1992 dengan syarat mutu tepung yakni 12%. Proses pengurangan kadar air dari tepung umbi gadung sebagai bahan kasoami dengan pengisian, perendaman dengan air laut, pembilasan, pencelupan dalam air panas, dan pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar sianida agar layak konsumsi. Selain itu juga berfungsi menghambat pertumbuhan mikroba sekaligus aktivitas enzim penyebab kerusakan tepung kasoami. Berkurangnya kadar air maka akan meningkatkan daya simpan tepung kasoami. **Suismono & Wibowo (1991)** melaporkan bahwa mutu tepung ubi kayu yang memenuhi syarat mutu kadar air, efektif dipertahankan selama 3-4 bulan dalam penyimpanan kantong plastik.

Kandungan protein dalam tepung umbi gadung untuk bahan pembuatan kasoami juga cukup baik yaitu 5,92%. Protein adalah senyawa organik yang peranannya sangat penting dalam bahan pangan. Di samping sebagai komponen gizi penting, senyawa ini berpengaruh besar dalam menunjang karakteristik organoleptik dalam bahan dan produk pangan. Dalam bahan pangan, sering terikat secara fisik maupun kimia dengan karbohidrat atau lipida. Baik glikoprotein maupun lipoprotein ini dapat mempengaruhi sifat-sifat reologi dari makanan dalam bentuk cairan atau kedua bentuk senyawa ini berfungsi sebagai pengemulsi yang dapat dimakan.

Kadar lemak dari tepung umbi gadung yang dihasilkan adalah 1,04%. Rendahnya kadar lemak pada tepung umbi gadung diduga disebabkan oleh pengaruh perendaman, pencelupan dalam air panas, suhu proses pengeringan dan penggilingan tepung sehingga mempercepat proses pelarutan dan oksidasi lemak. Kadar lemak pada mutu tepung tidak termasuk dalam persyaratan, namun kandungan lemak pada tepung dapat melengkapi nilai gizinya. Lemak adalah komponen bahan pangan yang tidak larut dalam air tetapi larut dalam pelarut organik dan merupakan polimer yang tersusun dari unsur-unsur karbon, hidrogen dan oksigen.

Kadar abu tepung umbi gadung sebagai bahan pembuatan kasoami adalah 2,26%. Kadar abu menunjukkan jumlah kadar anorganik yang bersamaan dengan derajat asam untuk mengidentifikasi jumlah ion metal dalam suatu bahan (1977). Abu atau mineral adalah komponen yang tidak mudah menguap pada pembakaran dan pemijaran senyawa organik atau bahan alam (Rahmawati dkk., 2015).

Hasil analisis kadar karbohidrat tepung umbi gadung untuk pembuatan kasoami adalah 79,43%. Kadar karbohidrat berperan penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan. Persentase kadar air, protein, lemak dan abu produk makanan semakin meningkat maka persentase karbohidrat semakin menurun. Sejalan dengan itu, Winarno (1983) menegaskan pula bahwa, bahan pangan terdiri dari empat komponen utama yaitu air, protein, karbohidrat dan lemak. Bahan pangan, penyusun utama terbesar adalah kadar air bila dibandingkan protein, lemak, dan karbohidrat.

Bahan pangan juga mengandung zat anorganik dalam bentuk mineral dan komponen organik misalnya vitamin, enzim, asam, antioksidan, pigmen dan komponen cita rasa. Jumlah masing-masing komponen tersebut berbeda-beda, tergantung dari sifat alamiah bahan misalnya kekerasan, cita rasa dan warna makanan. Sehingga dari kedua tepung kasoami tersebut, berpengaruh terhadap tingkat kesukaan konsumen dari masing-masing olahan tepung.

Dengan komposisi kimia seperti pada Tabel 4 menunjukkan bahwa tepung umbi gadung cukup baik untuk digunakan sebagai menu alternatif pengganti beras dalam bentuk olahan yang disebut kasoami atau dijadikan sebagai pengganti tepung terigu.

3) Keripik

Keripik umbi gadung sangat baik untuk dikonsumsi oleh penderita penyakit diabetes. Melalui pengabdian dan penelitian ini keripik yang dihasilkan dikemas dalam bentuk siap olah dan siap makan. Keripik yang siap makan telah digoreng dan kemudian dikemas. Keripik yang dihasilkan cukup diminati karena rasanya enak dan khas. Keripik yang dibuat beraneka warna dan rasa sehingga memberikan banyak pilihan. Namun demikian penjualan produk ini

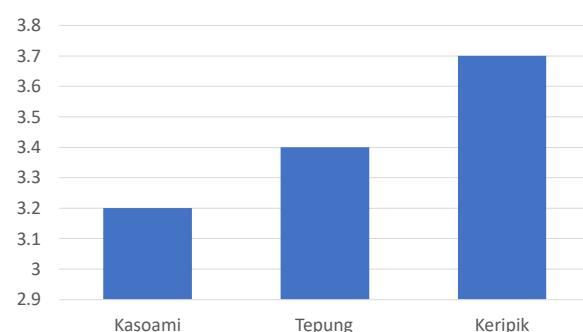
masih dilakukan di pasar-pasar tradisional karena masih dalam kemasan plastik biasa yang belum dilengkapi dengan informasi gizi yang lengkap. Kadar air keripik yang dihasilkan adalah 6,3%.

4) Mutu Organoleptik

Tingkat kesukaan ini disebut skala hedonik, misalnya sangat suka (skor 5), suka (skor 4), agak suka (skor 3), tidak suka (skor 2), dan sangat tidak suka (skor 1). Skala hedonik dapat direntangkan atau diciutkan menurut rentangan skala yang dikehendaki. Uji organoleptik yang dilakukan pada produk umbi gadung yang dihasilkan bertujuan untuk mengetahui tingkat penerimaan panelis terhadap produk umbi gadung yang dihasilkan. Uji organoleptik yang dilakukan adalah uji hedonik (uji kesukaan). Uji kesukaan meliputi tekstur, warna, aroma/bau, dan rasa.

a) Tekstur

Tekstur merupakan parameter yang sangat penting pada produk makanan yang dihasilkan baik yang dimasak, dikukus, dan digoreng. Tekstur dapat diamati dengan indra peraba, baik untuk permukaan, kepadatan, dan keadaan kering, basah, atau lembap. Tekstur pada makanan yang dimasak atau dikukus meliputi kekerasan dan kemudahan untuk dipatahkan. Pengujian tekstur produk umbi gadung yang dihasilkan berkaitan dengan kepadatan setelah membentuk kasoami, tepung, dan keripik. Pengujian tingkat kesukaan tekstur dilakukan oleh 15 orang panelis. Hasil penilaian tekstur oleh panelis pada produk dari umbi



Gambar 1. Tingkat Kepadatan Tekstur Produk yang Dihasilkan dari Umbi Gadung

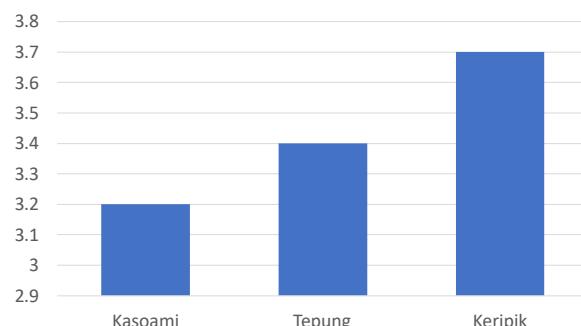
gadung adalah 3,2 untuk kasoami, 3,45 untuk tepung, dan 3,73 untuk keripik. Penilaian kesukaan produk yang dihasilkan terhadap tekstur yang dihasilkan dapat dilihat pada **Gambar 1**.

Berdasarkan **Gambar 1** menunjukkan bahwa tingkat kekeringan bahan mempengaruhi kepadatan tekstur produk. Keripik yang belum digoreng merupakan produk yang paling padat karena mengandung kadar air yang lebih kecil dibandingkan dengan produk lain yaitu sebesar 6,3%, tepung dengan kadar air 10,78% dan kasoami mengandung kadar air sebesar 42,8%. Kepadatan yang paling rendah adalah kasoami karena masih memiliki kandungan air yang cukup tinggi dari proses pengukusan. Menurut **Pratiwi (2008)**, kekerasan merupakan fungsi dari jumlah air yang terikat pada matriks karbohidrat. Kandungan air yang tinggi membuat makanan lebih keras dan sulit untuk dipatahkan sehingga menyebabkan tekstur kurang disukai. Selain itu tekstur produk makanan yang dihasilkan dipengaruhi oleh jumlah dan jenis karbohidrat dan protein yang menyusunnya (**Fellows, 2009, hlm. 123-124**).

b) Aroma

Aroma menjadi atribut penting yang sangat menentukan daya terima konsumen terhadap suatu produk. Aroma dipengaruhi oleh beberapa faktor terutama zat volatil yang terkandung dalam bahan. Penambahan jumlah protein dan lemak sangat berpengaruh terhadap aroma yang dihasilkan oleh produk makanan.

Aroma adalah sesuatu yang dapat diamati dengan indra penciuman. Parameter ini berkaitan dengan produk yang dihasilkan apakah dapat diterima atau ditolak. Penilaian terhadap produk umbi gadung yang dihasilkan dapat dilihat pada **Gambar 2**.

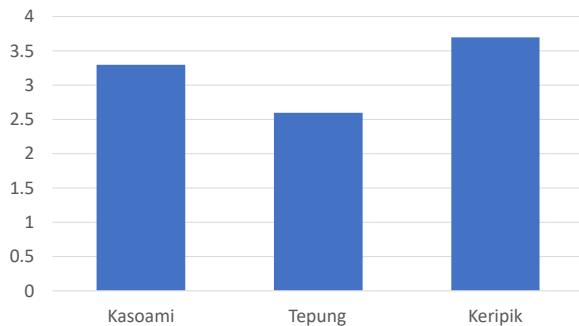


Gambar 2. Tingkat Kesukaan Aroma terhadap Produk yang Dihasilkan dari Umbi Gadung

Berdasarkan data pada **Gambar 2** menunjukkan bahwa semua produk yang dihasilkan dari umbi gadung disukai oleh panelis. Semua produk mempunyai aroma yang khas dan baik. Aroma juga berkaitan dengan kandungan kimia yang di dalam bahan makanan. **Sarpina dkk. (2007)** melaporkan bahwa granula pati akan mengalami hidrolisis menghasilkan monosakarida sebagai bahan baku untuk menghasilkan asam-asam organik, terutama asam laktat. Senyawa asam ini bercampur dalam tepung, sehingga ketika tepung tersebut diolah akan menghasilkan aroma dan cita rasa yang khas yang dapat menutupi aroma dan cita rasa dari umbi gadung yang cenderung tidak disukai oleh konsumen.

c) Warna

Warna mempunyai peranan penting dalam produk pangan. Peranan itu sangat nyata pada tiga hal, yaitu daya tarik, tanda pengenal dan parameter mutu (**deMan, 1997, hlm. 202-204**). Selain untuk daya terima konsumen, warna juga memberikan petunjuk mengenai perubahan kimia dalam makanan seperti proses karamelisasi atau perubahan lainnya. Secara visual faktor warna tampak lebih dahulu dan kadang-kadang sangat menentukan. Tingkat penerimaan warna suatu produk berbeda-beda tergantung faktor alam, geografis, dan aspek sosial masyarakat. Penilaian kesukaan terhadap warna produk umbi gadung



Gambar 3. Tingkat Kesukaan Warna terhadap Produk yang Dihasilkan

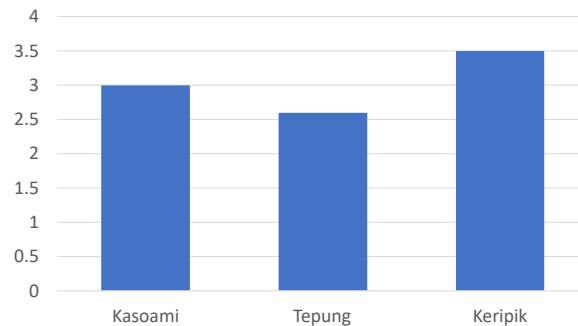
yang dihasilkan dapat dilihat pada **Gambar 3**.

Berdasarkan data pada **Gambar 3** menunjukkan bahwa semua produk yang dihasilkan dari umbi gadung disukai oleh panelis. Warna kasoami yang putih kekuningan dan tepung yang berwarna putih bersih serta warna keripik tanpa dan ada penambahan pewarna alami sebelum penjemuran menyebabkan warna keripik menjadi lebih menarik dan disukai oleh panelis.

Perbedaan nilai warna dari ketiga produk umbi gadung tersebut juga dipengaruhi oleh reaksi kimia yang terjadi selama penjemuran, pengukusan, dan penggorengan. Pada saat makanan digoreng atau dipanggang terjadi reaksi antara gugus amino protein dengan gugus karbonil gula pereduksi, yang akan diikuti dengan terjadinya peristiwa pencokelatan yang dikenal dengan reaksi Maillard. Reaksi ini sangat bergantung kepada kadar gula pereduksi yang terkandung pada bahan makanan yang dimasak, dikukus atau digoreng.

d) Rasa

Rasa merupakan salah satu faktor utama yang perlu diperhatikan dalam pembuatan produk makanan. Pada umumnya produk makanan memiliki rasa manis dan gurih yang dihasilkan oleh kandungan protein, gula dan lemak yang terkandung di dalamnya. Penilaian kesukaan produk yang



Gambar 4. Tingkat Kesukaan Rasa Produk yang Dihasilkan dari Umbi Gadung

dihasilkan dari panelis terhadap produk umbi gadung dari parameter rasa dapat dilihat pada **Gambar 4**.

Berdasarkan data yang diperoleh pada **Gambar 4** menunjukkan bahwa semua produk yang dihasilkan mempunyai rasa yang disukai oleh panelis. Perbedaan rasa tersebut disebabkan oleh kandungan senyawa pada keripik yang lebih kompleks dan mengandung senyawa lain seperti lemak yang berasal dari minyak yang juga memberi kontribusi rasa pada produk keripik. Selain itu kandungan serat yang kompleks pada keripik lebih rendah karena proses penggorengan yang memutuskan ikatan-ikatan polisakarida menjadi lebih sederhana sehingga lebih mudah dicerna. Sebaliknya pada produk kasoami dengan adanya molekul air pada proses pengukusan menyebabkan tekstur menjadi lebih kuat dan sulit untuk dicerna. Hal tersebut menyebabkan pada produk makanan kasoami yang dibuat kurang disukai oleh panelis.

Namun demikian kasoami yang dihasilkan dari umbi gadung lebih disukai dibandingkan dengan kasoami yang terbuat dari ubi kayu karena mempunyai rasa khas atau lebih enak. Hal ini disebabkan karena pada umbi gadung terdapat senyawa asam amino glutamat yang menyebabkan rasa gurih apabila dikonsumsi. Oleh sebab itu, makanan olahan umbi gadung memberikan rasa lebih gurih daripada makanan

olahan yang dibuat dari umbi-umbian lainnya (Pambayun dkk., 2007).

IV. KESIMPULAN

Pemanfaatan umbi melalui proses pengolahan kombinasi cara fisika dan kimia sangat efektif untuk menurunkan kadar sianida hingga 1,445 ppm dan aman untuk konsumsi. Semua produk yang dihasilkan dari umbi gadung seperti kasoami, keripik, dan tepung dari parameter organoleptik sangat disukai oleh panelis. Dengan demikian umbi gadung sangat prospek untuk dibudidayakan dan produk olahannya sangat prospek untuk dikembangkan menjadi usaha kecil dan menengah dan diversifikasi pangan lokal dalam upaya penganekaragaman pola konsumsi pangan masyarakat.

Perlu dicoba dengan menambahkan bahan berprotein tinggi yang lain sebagai variasi rasa seperti kacang hijau atau kacang polong. Selain itu perlu analisis komposisi kimia yang lengkap agar kandungan gizinya diketahui dengan pasti dan dipasarkan dalam bentuk kemasan yang lebih menarik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat RISTEKDIKTI atas bantuan pendanaan pengabdian IbM tahun 2015 sehingga kegiatan pengabdian dan penelitian ini dapat terlaksana.

V. REFERENSI

Agbor-Egbe, T., & Lape Mbome, I. (2006). The effects of processing techniques in reducing cyanogen levels during the production of some Cameroonian cassava foods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(4), 354–363. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2005.02.004>

Aman, L. O. (2011). Efektifitas Penjemuran dan Perendaman dalam Air Tawar untuk Menurunkan Kandungan Toksik HCN Ubi Hutan (*Dioscorea hispida* Dennst.). *Jurnal ENTROPI Inovasi Penelitian, Pendidikan dan Pembelajaran Sains*, 6(2), 213–218. <https://repository.ung.ac.id/hasilriset/show/1/539/efektifitas-penjemuran-dan>

perendaman-dalam-air-tawar-untuk-menurunkan-kandungan-toksik-hcn-ubi-hutan-dioscorea-hispida-dennst.html

Antari, R., & Umiyasih, U. (2009). Pemanfaatan Tanaman Ubi Kayu dan Limbahnya secara Optimal sebagai Pakan Ternak Ruminansia. *WARTAZOA. Indonesian Bulletin of Animal and Veterinary Sciences*, 19(4), 191–200. <https://doi.org/10.14334/wartazoa.v19i4.915>

Apriansyah, D., Suprapto, H., & Sumarna, D. (2014). Pengaruh Perendaman Umbi Gadung Dayak dalam Air, Larutan Garam, dan Larutan Kapur terhadap Kandungan Asam Sianida selama Enam Hari Perendaman. *Jurnal Teknologi Pertanian Universitas Mulawarman*, 9(2), 49–52. <https://jtpunmul.files.wordpress.com/2017/07/1-dono-922014.pdf>

Bainbridge, Z., Harding, S., French, L., Kapinga, R., & Westby, A. (1998). A study of the role of tissue disruption in the removal of cyanogens during cassava root processing. *Food Chemistry*, 62(3), 291–297. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(97\)00215-X](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(97)00215-X)

Bradbury, J. H. (2006). Simple wetting method to reduce cyanogen content of cassava flour. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(4), 388–393. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2005.04.012>

deMan, J. M. (1997). *Kimia Makanan*. ITB.

Depkes RI. (1989). *Materi Medika Indonesia* (Jilid V). Dirjen POM.

Djaafar, T. F., Rahayu, S., & Gardjito, M. (2009). Pengaruh Blanching dan Waktu Perendaman dalam Larutan Kapur terhadap Kandungan Racun pada Umbi dan Ceripung Gadung. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 28(3), 192–198. <http://pangan.litbang.pertanian.go.id/en/tanaman-pangan-174.html>

Djazuli, M., & Bradbury, J. H. (1999). Cyanogen content of cassava roots and flour in Indonesia. *Food Chemistry*, 65, 523–535. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00218-0](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00218-0)

- Fellows, P. J. (2009). *Food Processing Technology: Principles and Practice* (3rd ed.). Woodhead Publishing.
- Hasanah, M., Tangkas, I. M., & Sakung, J. (2012). Daya Insektisida Alami Kombinasi Perasan Umbi Gadung (*Dioscorea hispida* Dennst) dan Ekstrak Tembakau (*Nicotiana tabacum* L.). *Jurnal Akademika Kimia*, 1(4), 166–173. <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/JAK/article/view/1494>
- Hutami, F. D., & Harijono, H. (2014). Pengaruh Penggantian Larutan dan Konsentrasi NaHCO₃ terhadap Penurunan Kadar Sianida pada Pengolahan Tepung Ubi Kayu. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 2(4), 220–230. <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/94>
- Junaidi, D., Santoso, M. C. K. P., Retnoningtyas, E. S., & Hartono, S. B. (2018). Penurunan kadar sianida pada umbi gadung (*Dioscorea hispida*) dengan proses fermentasi menggunakan kapang Rhizopus Oryzae. *Widya Teknik*, 14(1), 9–14. <https://doi.org/10.33508/wt.v14i1.1736>
- Kumoro, A. C., Retnowati, D. S., & Budiyati, C. S. (2011). Removal of Cyanides from Gadung (*Dioscorea hispida* Dennst.) Tuber Chips using Leaching and Steaming Techniques. *Journal of Applied Sciences Research*, 7(12), 2140–2146. <http://eprints.undip.ac.id/32458/>
- Kurniati, Y. A. E., Wijanarka, W., & Kusdiyantini, E. (2015). Optimasi Linamarase pada Umbi Singkong (*Manihot esculenta* Crantz) dan Umbi Gadung (*Dioscorea hispida* Dennst) dengan Variasi Suhu dan pH yang Berbeda. *Jurnal Akademika Biologi*, 4(4), 14–19. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/biologi/article/view/19425>
- Liu, Q., Donner, E., Yin, Y., Huang, R. L., & 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. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.08.008>
- Pambayun, R., Gardjito, M., Sudarmadji, S., & Kuswanto, K. R. (2007). Kandungan fenol dan sifat antibakteri dari berbagai jenis ekstrak produk gambir (*Uncaria gambir Roxb*). *Indonesian Journal of Pharmacy*, 18(3), 141–146. <https://doi.org/10.14499/indonesianjpharm0iss0pp141-146>
- Pandey, S. N., & Sinha, B. K. (1981). *Plant Physiology*. Vikas Publishing House FVT Ltd.
- Permadi, Y. B., Sedjati, S., & Supriyatini, E. (2012). Pengaruh Konsentrasi Abu Gosok dan Waktu Perendaman Air Terhadap Kandungan Nutrisi Tepung Buah Mangrove *Avicenia marina*. *Journal of Marine Research*, 1(1), 39–47. <https://doi.org/10.14710/jmr.v1i1.885>
- Prastyo, D. H., & Triaji, W. (2011). *Penurunan Sianida Umbi Gadung dengan Proses Leaching dan Pengukusan sebagai Bahan Dasar Tepung*. Universitas Diponegoro. <http://eprints.undip.ac.id/36761/>
- Pratiwi, S. T. (2008). *Mikrobiologi Farmasi*. Erlangga.
- Rahmawati, A., Supartono, S., & Cahyono, E. (2015). Kandungan Kimia dan Potensi Beberapa Jenis Tepung Ubi Jalar pada Pembuatan Roti. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 4(1), 6–10. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs/article/view/4757>
- Sarpina, Syukur, & Mejaya, I. M. J. (2007). Kajian Pengembangan Teknologi Pengolahan Sagu Lempeng Skala Rumah Tangga di Kota Tidore Kepulauan. *Jurnal Cannarium*, 5, 22–32.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., & Suhardi. (1997). *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty.
- Suismono, & Wibowo, P. (1991). Pengaruh Pengepresan dan Bahan Pengemas terhadap Mutu dan Rendemen Tepung Kassava selama Penyimpanan. *Media Penelitian Sukamandi*, 9, 38–42.
- Trèche, S. (1996). Tropical Root and Tuber Crops as Human Staple Food. *Congresso Latino Americano de Raízes Tropicais*. Congresso Latino Americano de Raízes Tropicais, São Pedro. <http://>

[www.documentation.ird.fr/hor/
fdi:010009053](http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010009053)

Webster, J., Terna, B., & Beck, W. (1984). Toxicity and Bitterness in Australian *Dioscorea bulbifera* L. and *Dioscorea hispida* Dennst. From Thailand. *Journal of Agricultural and*

Food Chemistry, 32, 1087–1090. [https:////
doi.org/10.1021/jf00125a039](https://doi.org/10.1021/jf00125a039)

Winarno, F. G. (1983). *Kerusakan Bahan Pangan dan Cara Pencegahannya*. Ghalia Indonesia.