



**TEKNIK PENURUNAN KADAR ASAM SIANIDA (HCN) BAGIAN
TANAMAN SINGKONG VARIETAS CIMANGGU DAN KASPRO
MENGUNAKAN METODE PELAYUAN DAN PENDINGINAN**

SKRIPSI

Oleh:
Nurlita Sari
131710101014

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**TEKNIK PENURUNAN KADAR ASAM SIANIDA (HCN) BAGIAN
TANAMAN SINGKONG VARIETAS CIMANGGU DAN KASPRO
MENGUNAKAN METODE PELAYUAN DAN PENGERINGAN**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian (S-1) dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh:
Nurlita Sari
131710101014

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Saya persembahkan skripsi ini untuk :

1. Allah SWT, puji syukur atas segala rahmat dan nikmatNya yang telah memudahkan segala urusan sampai detik ini, semoga hamba mendapat ampunanNya dan diberi petunjuk agar selalu berada pada jalanMu.
2. Nabi Muhammad SAW, tauladan satu-satunya yang telah membimbing umat manusia menjadi khalifah dibumi untuk mencapai kebahagiaan dunia dan akhirat.
3. Orangtua tercinta, ibu Anik Mardianti dan bapak Ahmad Sidik terimakasih atas kasih sayang, doa dan dukungannya, sehingga dapat mengantarkan saya sampai jenjang ini.
4. Adik kesayangan Rohmatul Ila terimakasih atas dukungan dan do'anya. Harus lebih baik dari kakak.
5. Seluruh keluarga besar terimakasih atas dukungan dan do'anya.
6. Bapak Prof. Ir. Achmad Subagio, M.Agr., Ph.D. selaku dosen pembimbing utama dan bapak Ir. Giyarto, M.Sc. selaku dosen pembimbing anggota yang telah memberikan bimbingan dengan tulus dan sabar dalam penulisan skripsi ini hingga selesai.
7. Guru-guruku dari SDN Arjasa 1, SMPN 4 Jember, SMAN Arjasa sampai dengan perguruan tinggi.
8. Seluruh kerabat, sahabat, teman satu angkatan FTP 2013, Himagihasta FTP Universitas Jember.
9. Almamater Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

Allah akan meninggikan derajat orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang memiliki ilmu pengetahuan (Al-Mujadillah : 11)*

Atau

Barang siapa menginginkan kebahagiaan didunia dan diakhirat maka haruslah memiliki banyak ilmu (HR. Ibnu Asakir)**

Atau

Orang yang menuntut ilmu berarti menuntut rahmat, orang yang menuntut ilmu berarti menjalankan rukun Islam dan pahala yang diberikan sama dengan para Nabi (HR. Dailani dari Anas r.a)***

Atau

Dengan kecerdasan jiwalah manusia menuju arah kesejahteraan.
(Ki Hajar Dewantara)****

*) Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Semarang : PT. Kumudasmoro Grafindo.

**) Departemen Agama Republik Indonesia. 1997. *Hadits dan Terjemahannya*. Jakarta : Direktorat Jenderal Pembinaan Kelembagaan Agama Islam.

***) Departemen Agama Republik Indonesia. 1997. *Hadits dan Terjemahannya*. Jakarta : Direktorat Jenderal Pembinaan Kelembagaan Agama Islam.

****) Ki Hajar Dewantara. 2017. Kata Mutiara Tentang Pentingnya Ilmu. Srial on line. <http://www.duniakata.com/2014/11/45-kata-mutiara-tentang-pentingnya-ilmu.html>. [11 Desember 2017].

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

nama : Nurlita Sari

NIM : 131710101014

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Teknik Penurunan Kadar Asam Sianida (HCN) Bagian Tanaman Singkong Varietas Cimanggu dan Kaspro menggunakan Metode Pelayuan dan Pengeringan” adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali dalam kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan dalam institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harusnya dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 11 Desember 2017

Yang menyatakan,

Nurlita Sari

NIM 131710101014

SKRIPSI

**TEKNIK PENURUNAN KADAR ASAM SIANIDA (HCN) BAGIAN
TANAMAN SINGKONG VARIETAS CIMANGGU DAN KASPRO
MENGUNAKAN METODE PELAYUAN DAN PENGERINGAN**

Oleh:

**Nurlita Sari
NIM 131710101014**

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Ir. Achmad Subagio, M.Agr., Ph.D.

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Giyarto, M.Sc.

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Teknik Penurunan Kadar Asam Sianida (HCN) Bagian Tanaman Singkong Varietas Cimanggu dan Kaspro menggunakan Metode Pelayuan dan Pengeringan**” karya Nurlita Sari, NIM 131710101014 telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada :

Hari/ tanggal : Kamis, 14 Desember 2017

tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Prof. Ir. Achmad Subagio, M.Agr., Ph.D.
NIP. 196905171992011001

Ir. Giyarto, M.Sc.
NIP. 196607181993031013

Tim Penguji :

Ketua,

Anggota,

Ahmad Nafi S.TP., M. P.
NIP. 197804032003121003

Dr. Maria Belgis, S.TP., M.P.
NIP. 760016850

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian,

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

RINGKASAN

Teknik Penurunan Kadar Asam Sianida (HCN) Bagian Tanaman Singkong Varietas Cimanggu dan Kaspro menggunakan Metode Pelayuan dan Pengeringan; Nurlita Sari, 131710101014; 2017; 70 halaman; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Singkong berperan penting sebagai makanan pokok dan sumber kalori selain padi-padian dan jagung. Singkong memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan, karena singkong dapat digunakan sebagai bahan baku industri. Singkong dikelompokkan menjadi singkong pahit dan singkong manis. Singkong pahit mengandung karbohidrat, pati dan asam sianida lebih tinggi dibanding singkong manis. Kandungan asam sianida singkong pahit yang diperbolehkan pada makanan maksimal 10 ppm. Singkong memiliki dua kekurangan sebagai bahan makanan, yaitu mengandung protein dalam jumlah yang sangat sedikit (1%) dan mengandung asam sianida yang tinggi. Pengolahan singkong pahit sebagai pangan maupun pakan harus memperhatikan kadar asam sianida (HCN) pada bagian-bagian tanaman singkong. Penghilangan asam sianida (HCN) juga harus dilakukan agar tidak menyebabkan keracunan. Teknologi yang dapat digunakan untuk penghilangan asam sianida selama ini adalah fermentasi, pemanasan, perebusan, perendaman atau pencucian, penggorengan, pengeringan, pemerasan atau ekstraksi pati dan pengukusan.

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan yaitu preparasi bahan dengan metode pelayuan dan pengeringan, selanjutnya dianalisis asam sianida pada sampel yang berbeda varietas (varietas Cimanggu dan varietas Kaspro) dan bagian-bagian tanaman singkong. Bagian tanaman yang digunakan yaitu daun, batang, umbi dan kulit umbi singkong. Analisis asam sianida dilakukan dengan metode spektrofotometri (UV-VIS) pada panjang gelombang 510 nm.

Hasil pengujian asam sianida pada varietas dan bagian-bagian tanaman singkong dalam *wet basis* menunjukkan terjadi perbedaan. Penurunan kadar asam sianida pada daun dengan perlakuan pelayuan sebesar 65,82% dan 80,62%, pada daun dengan perlakuan pengeringan sebesar 72,06% dan 86,55%. Penurunan kadar asam sianida pada batang dengan perlakuan pelayuan sebesar 74,12% dan 75,91%, pada batang dengan perlakuan pengeringan sebesar 81,86% dan 82,69%. Penurunan kadar asam sianida pada umbi dengan perlakuan pelayuan sebesar 65,15% dan 68,63%, pada umbi dengan perlakuan pengeringan sebesar 71,12% dan 78,76%. Penurunan kadar asam sianida pada kulit dengan perlakuan pelayuan sebesar 70,70% dan 70,71%, pada kulit dengan perlakuan pengeringan sebesar 76,72% dan 81,86%.

Pemanasan dapat menginaktifkan enzim dan menguapkan HCN. Pemanasan mengakibatkan enzim β -glukosidase mengalami inaktif sehingga rantai glukosida dapat diputus. Jika reaksi itu diputus, pembentukan sianohidrin dari glukosida sianogenik dan reaksi pembentukan HCN dari sianohidrin bisa dihindari.

SUMMARY

Technique of Decreasing Cyanide Acid (HCN) on Cassava from Cimanggu and Kaspro Variety using Withering and Drying Methods.; Nurlita Sari, 131710101014; 2017; 70 pages; Department of Agricultural Product Technology Faculty of Agricultural Technology University of Jember.

Cassava were known as daily food and calories source beside rice and corn. Cassava had a really big potential to be developed, because cassava could use for industrial's ingredient. Cassava had already grouped by 2 kinds, they were bitter cassava and sweet cassava. Bitter cassava contained cyanide acid which were needed by human body maximal on 10 ppm. Cassava lacked on 2 things for being food ingredients, it was because cassava only contained 1% protein and also had a really high number of cyanide acid. Processing bitter cassava for food ingredients should care about cyanide acid limit (HCN) on every part of cassava. Cyanide acid removal should also be done to avoid its poison. The technology which can be done for cyanide acid removal was fermentation, heating, boiling, soaking or washing, frying, drying, strach extraction and steaming.

This research had used some steps, there were ingredients preparation using withering and drying methods and the cyanide acid analysis on different varieties sample (Cimanggu and Kaspro) and on cassava body parts. The cassava's body part such as leaves, stems, tubers and cassava's tuber skin were used in this research. Cyanide acid analysis performed by spectrophotometric method (UV-VIS) using 510nm wave length.

The result of cyanide test on variety and cassava's plant parts using wet basis showed some difference. Decrease levels of cyanide in the leaves with withering treatment were by 65.82% and 80.62%, in the leaves with a drying treatment showed 72.06% and 86.55%. Then, in the stem with a withering treatment were by 74.12% and 75.91%, in the stem with drying treatment showed 81.86% and 82.69%. Further, in the tubers with withering treatments were by 65.15% and 68.63%, in the tubers using drying treatment showed 71.12% and 78.76%. Therefore, in skin treated with withering were 70.70% and 70.71%. The last, in skin drying treatment showed 76.72% and 81.86%.

Heating method could make enzyme inactive and vaporized HCN. Heating also made β -glukosidase enzyme became inactive so that the glucosides chain could cut off. If the reaction terminated, sianohidin form from cyanogenicglucosides and HCN form reaction of cyanohydrin could avoid.

PRAKATA

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan berkat-Nya yang berlimpah sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi yang berjudul “Teknik Penurunan Kadar Asam Sianida (HCN) Bagian Tanaman Singkong Varietas Cimanggu dan Kaspro menggunakan Metode Pelayuan dan Pengeringan” dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan starta satu (S1) pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Penyusun skripsi ini tidak lepas bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian;
2. Ir. Giyarto, M.Sc selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
3. Dr. Bambang Herry Purnomo, S.TP., M.Si dan Dr. Maria Belgis, S.TP., M.P. selaku Komisi Bimbingan Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
4. Prof. Ir. Achmad Subagio, M.Agr, PhD selaku Dosen Pembimbing Utama dan bapak Ir. Giyarto, M.Sc selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bimbingan dengan tulus dan sabar dalam penyelesaian skripsi;
5. Ahmad Nafi' S.TP., M.P. dan Dr. Maria Belgis, S.TP., M.P. selaku tim penguji, atas saran dan evaluasi demi perbaikan penulisan skripsi;
6. Seluruh dosen Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember yang telah membimbing dan mendidik untuk menimba ilmu selama kuliah sampai tercapainya gelar sarjana;
7. Seluruh teknisi laboratorium Jurusan Teknologi Hasil Pertanian (Mbak Ketut, Mbak Neni, Pak Mistar, dan Mbak Wim) yang telah memberikan masukan dan bantuan selama penelitian berlangsung di laboratorium, sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik;

8. Seluruh staff dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, terimakasih atas waktunya dalam memberikan informasi yang dibutuhkan untuk penelitian ini;
9. Kedua orang tua saya, ibu Anik Mardiaty dan bapak Ahmad Sidik terimakasih atas kasih sayang, doa, dukungan serta moril dan materil untuk dapat menyelesaikan studi ini.
10. Adik kesayangan Rohmatul Ila terimakasih atas dukungan dan do'anya. Harus lebih baik dari kakak.
11. Orang yang selalu menemani, membantu, dan memotivasi atas terselesaikannya karya ini yaitu Indra Satriawan, Erinna Dyah Atsari, Yuliana Cathrine, Maulidya Puji Aryani, Dhystika Zahra, Abdul Ghofur, Heristo Bramastra Gifary.
12. Teman-teman Kapaks yang tetap semangat berjuang bersama-sama dan telah memberikan banyak inspirasi maupun motivasi selama penyelesaian skripsi ini.
13. Seluruh kerabat, sahabat. Teman satu angkatan FTP 2013, Himagihasta FTP Universitas Jember.
14. Almamater Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat mambangun, baik dari segi isi maupun bentuk susunan penulisannya. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan bagi semua pihak khususnya pembaca.

Jember, 11 Desember 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
MOTTO	iii
PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	viii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
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 Singkong	4
2.2 Varietas Singkong	5
2.3 Bagian-bagian Singkong	7
2.4 Asam Sianida (HCN)	12
2.5 Asam Sianida (HCN) pada Singkong	15
2.6 Metode Penghilangan Asam Sianida (HCN)	18
BAB 3. METODE PENELITIAN	23
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	23
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	23
3.2.1 Bahan Penelitian	23
3.2.2 Alat Penelitian	23
3.3 Pelaksanaan Penelitian	24
3.3.1 Rancangan Percobaan	24
3.3.2 Pelaksanaan Penelitian	25
3.4 Variabel Pengamatan	25

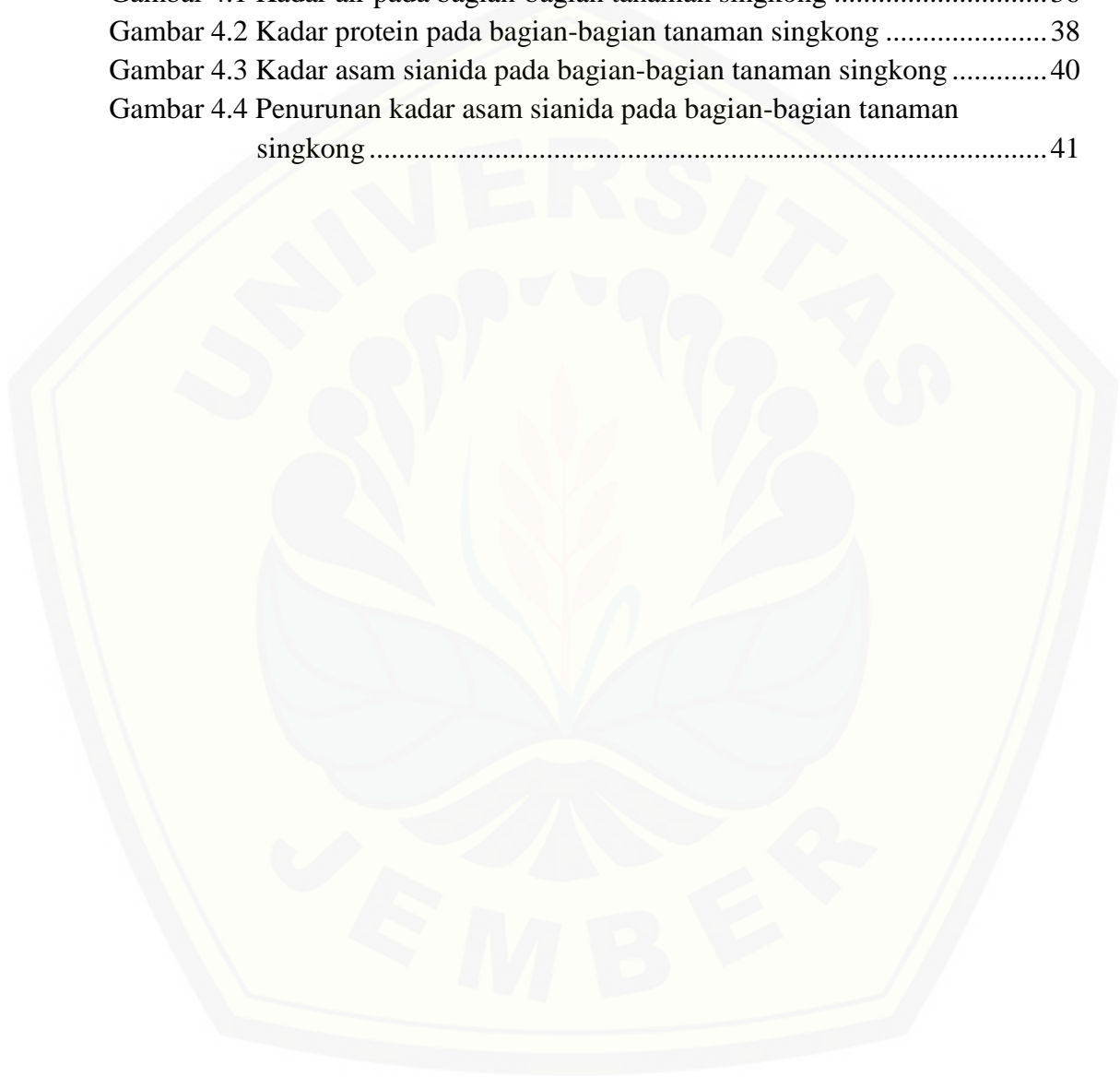
3.5 Prosedur Analisis	26
3.5.1 Analisis Kadar Asam Sianida	26
3.5.2 Analisis Kadar Air	26
3.5.3 Analisis Kadar Abu	27
3.5.4 Analisis Kadar Lemak	27
3.5.5 Analisis Kadar Protein	28
3.5.6 Analisis Kadar Karbohidrat	28
3.5.7 Analisis Kadar Serat	29
3.6 Analisa Data	30
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Karakteristik Kimia Bagian Tanaman Singkong Varietas Cimanggu dan Kaspro Segar	31
4.1.1 Komposisi Kimia Singkong Varietas Cimanggu dan Kaspro	31
4.2 Perubahan Sifat Kimia Bagian Tanaman Singkong Akibat Pelayuan dan Pengeringan	35
4.2.1 Kadar Air	35
4.2.2 Kadar Protein	37
4.2.3 Kadar Asam Sianida	39
BAB 5. PENUTUP	44
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi kimia ubi kayu (singkong)/ 100 gram bahan	5
Tabel 2.2 Komposisi kimia singkong pada beberapa bagiannya berdasarkan bahan kering	8
Tabel 2.3 Komposisi kimia daun singkong/100 gram bahan	9
Tabel 2.4 Komposisi kimia umbi singkong/100 gram bahan	11
Tabel 2.5 Komposisi kimia kulit singkong/100 gram bahan	12
Tabel 2.6 Kadar HCN pada beberapa varietas singkong	15
Tabel 3.1 Kombinasi perlakuan	24
Tabel 4.1 Komposisi kimia bagian tanaman singkong varietas Cimanggu dan Kaspro (<i>wet basis</i>).....	31

DAFTAR GAMBAR

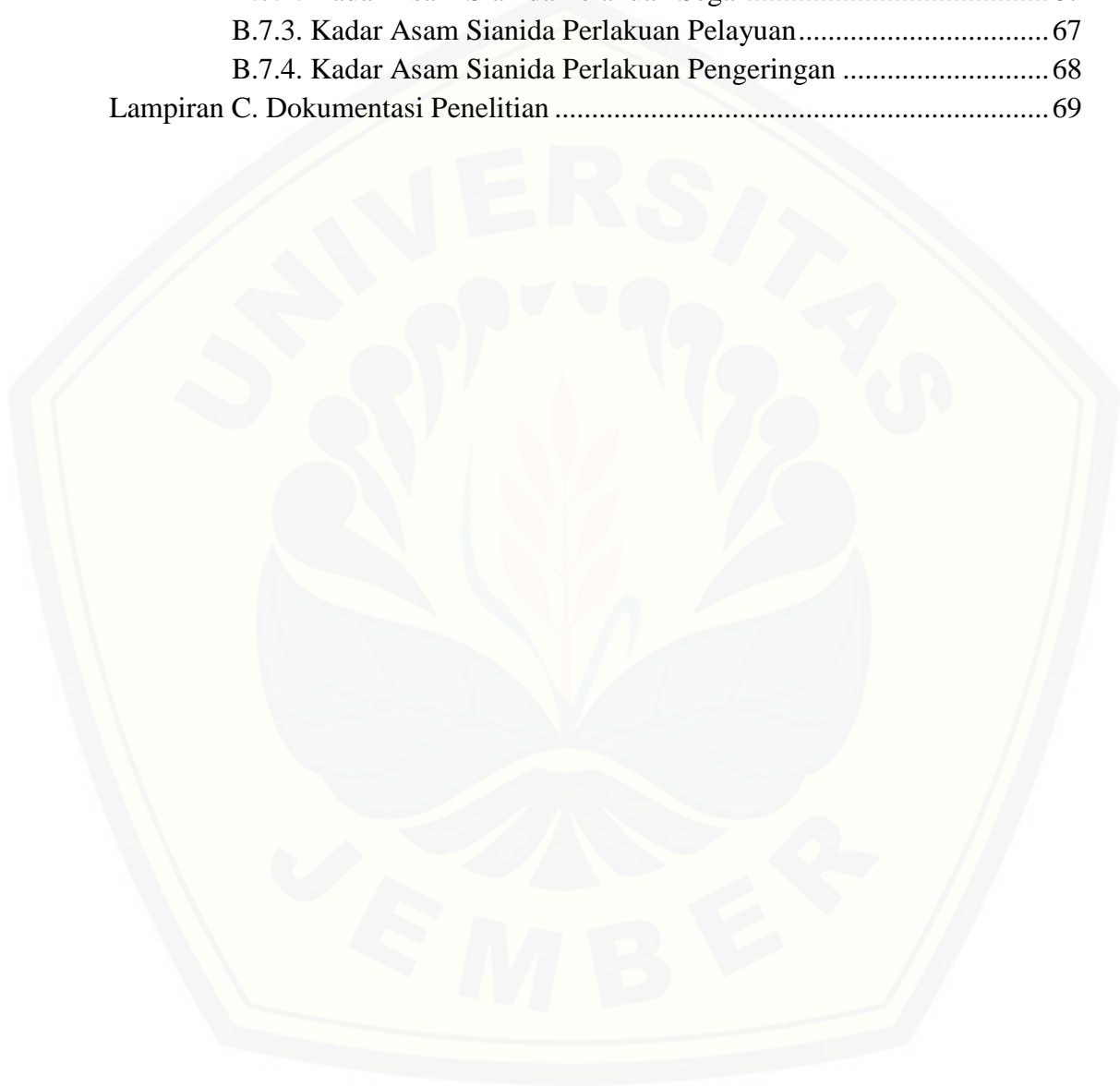
Gambar 2.1 Tanaman singkong	4
Gambar 4.1 Kadar air pada bagian-bagian tanaman singkong	36
Gambar 4.2 Kadar protein pada bagian-bagian tanaman singkong	38
Gambar 4.3 Kadar asam sianida pada bagian-bagian tanaman singkong	40
Gambar 4.4 Penurunan kadar asam sianida pada bagian-bagian tanaman singkong	41



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Perhitungan <i>Wet Basis</i>	51
A.1. Kadar Air	51
A.1.1. Kadar Air Pelakuan Segar	51
A.1.2. Kadar Air Pelakuan Pelayuan	52
A.1.3. Kadar Air Pelakuan Pengeringan.....	52
A.2. Kadar Abu.....	53
A.2.1. Kadar Abu Pelakuan Segar.....	53
A.3. Kadar Lemak.....	53
A.3.1. Kadar Lemak Pelakuan Segar.....	53
A.4. Kadar Protein	54
A.4.1. Kadar Protein Pelakuan Segar	54
A.4.2. Kadar Protein Perlakuan Pelayuan	54
A.4.3. Kadar Protein Perlakuan Pengeringan	55
A.5. Kadar Karbohidrat	55
A.5.1. Kadar Karbohidrat Pelakuan Segar	55
A.6. Kadar Serat	56
A.6.1. Kadar Serat Perlakuan Segar	56
A.7. Kadar Asam Sianida	56
A.7.1 Kurva Standart Asam Sianida.....	56
A.7.2. Kadar Asam Sianida Pelakuan Segar	58
A.7.3. Kadar Asam Sianida Perlakuan Pelayuan.....	59
A.7.4. Kadar Asam Sianida Perlakuan Pengeringan	60
Lampiran B. Perhitungan <i>Dry Basis</i>	61
B.1. Kadar Air.....	61
B.1.1. Kadar Air Pelakuan Segar.....	61
B.1.2. Kadar Air Pelakuan Pelayuan	61
B.1.3. Kadar Air Pelakuan Pengeringan.....	62
B.2. Kadar Abu	62
B.2.1. Kadar Abu Pelakuan Segar	62
B.3. Kadar Lemak.....	63
B.3.1. Kadar Lemak Pelakuan Segar.....	63
B.4. Kadar Protein	63
B.4.1. Kadar Protein Pelakuan Segar	63
B.4.2. Kadar Protein Perlakuan Pelayuan.....	64
B.4.3. Kadar Protein Perlakuan Pengeringan	64
B.5. Kadar Karbohidrat.....	65

B.5.1. Kadar Karbohidrat Pelakuan Segar.....	65
B.6. Kadar Serat.....	65
B.6.1. Kadar Serat Perlakuan Segar	65
B.7. Kadar Asam Sianida.....	66
B.7.1 Kurva Standart Asam Sianida.....	66
B.7.2. Kadar Asam Sianida Pelakuan Segar.....	67
B.7.3. Kadar Asam Sianida Perlakuan Pelayuan.....	67
B.7.4. Kadar Asam Sianida Perlakuan Pengeringan	68
Lampiran C. Dokumentasi Penelitian	69



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Singkong (*Manihot esculenta Crantz*) sebagai sumber karbohidrat banyak ditanam di daerah tropis dan mudah dibudidayakan walaupun pada lahan tandus. Menurut data Badan Pusat Statistik tahun 2016, produksi singkong di Indonesia mencapai 21.801.415 ton, dengan luas area panen mencapai 949.916 ha dan produktivitas 22,951 ton/ha/tahun. Sementara itu, produksi singkong di Kabupaten Jember mencapai 43.128 ton, dengan luas area panen mencapai 2.758 ha dan produktivitas 19,893 ton/ha/tahun (BPS, 2016).

Singkong termasuk umbi-umbian yang berperan penting sebagai makanan pokok dan merupakan sumber kalori selain padi-padian dan jagung. Singkong memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan, karena selain dapat dikonsumsi secara langsung sebagai makanan, singkong juga dapat digunakan sebagai bahan baku industri. Usaha agroindustri yang telah memanfaatkan singkong sebagai bahan baku antara lain, pembuatan tapioka, mocaf, tape, keripik dan lain-lain.

Tanaman singkong dapat dikelompokkan ke dalam dua jenis, yaitu singkong pahit dan singkong manis. Singkong pahit mengandung karbohidrat, pati dan asam sianida lebih tinggi dibanding singkong manis. Kandungan asam sianida singkong pahit mencapai diatas 100 mg/kg umbi segar.

Asam sianida diketahui berbahaya baik bagi manusia maupun hewan, dengan dosis lethal pada manusia sebesar 0,5-3,5 mg/kg berat badan (Fsan, 2005). Umumnya kasus keracunan sianida terjadi pada ternak kambing atau domba karena pengonsumsi daun singkong sebagai pakan. Peternak masih banyak yang belum mengetahui sejauh mana keadaan atau jenis singkong yang tidak menimbulkan keracunan. Para peternak yang sudah mengetahui pengaruh pemberian daun singkong, memberikan dalam jumlah terbatas di samping dilayukan dahulu sebelum diberikan pada ternak (Clarke dan Clarke, 1975).

Singkong mengandung senyawa glukosida sianogenik, yang tersebar hampir pada semua jaringan tanaman, yang terdiri atas linamarin dan lotaustrain dengan perbandingan 10:1, dimana senyawa ini dapat berubah menjadi sianida yang sangat beracun (Djazuli dan Bradbury, 1999, Nambisan, 1999). Mkpung *et al.* (1990), mengatakan bahwa hidrolisis linamarin dengan linamarase menghasilkan aseton sianohidrin dan glukosa. Aseton sianohidrin secara spontan pada pH di atas 5 menghasilkan asam sianida (HCN) dan aseton. Asam sianida dapat larut dalam air dan terionisasi secara cepat dan sempurna menghasilkan sianida bebas dan ion logam (Kyle, 1988, Smith and Mudder, 1991). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Yeoh (1997) diketahui bahwa kandungan glukosida sianogenik pada singkong di Indonesia berkisar 20 ppm sampai 200 ppm.

Pada pengolahan pangan yang menggunakan bahan baku singkong terutama singkong pahit, produsen harus mengetahui terlebih dahulu kadar asam sianida (HCN) pada bagian-bagian tanaman singkong. Proses penghilangan asam sianida (HCN) juga harus dilakukan agar tidak menyebabkan keracunan. Teknologi yang digunakan untuk penghilangan asam sianida selama ini adalah fermentasi, pemanasan, perebusan, perendaman atau pencucian, penggorengan, pengeringan, pemerasan atau ekstraksi pati dan pengukusan. Hasil penelitian Yuningsih (1999) menunjukkan bahwa perlakuan dengan proses pengeringan pada suhu kamar dan proses pemotongan kandungan HCN tidak terdeteksi lagi dengan lama penyimpanan sama waktunya yaitu selama 5 hari, tetapi penurunan HCN lebih besar pada proses pemotongan. Untuk dapat diolah menjadi sumber pakan perlu perlakuan penyimpanan dan proses yang dapat mengurangi kandungan asam sianida, namun belum diketahui waktu dan suhu yang optimum untuk penurunan asam sianida dalam bagian-bagian tanaman singkong sehingga perlu dilakukan penelitian.

1.2 Perumusan Masalah

Singkong (*Manihot esculenta Crantz*) mengandung asam sianida (HCN) yang berbeda-beda pada bagian tanaman dan varietas yang berbeda pula.

Rendahnya asam sianida (HCN) pada bagian tanaman singkong berpotensi untuk diaplikasikan pada industri khususnya industri makanan. Namun demikian, kadar asam sianida (HCN) yang tinggi dapat menyebabkan tanaman singkong tidak dapat diolah menjadi pakan. Teknik penghilangan asam sianida (HCN) yang akan dilakukan dalam penelitian ini yaitu pengeringan dan pelayuan sehingga mampu menghasilkan bahan yang bebas asam sianida (HCN) dan aman dikonsumsi. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian penurunan asam sianida (HCN) pada bagian tanaman singkong menggunakan metode pelayuan dan pengeringan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah penurunan kadar asam sianida (HCN) pada bagian tanaman singkong menggunakan metode pengeringan dan pelayuan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

- a. meningkatkan nilai guna bagian-bagian tanaman singkong yang belum termanfaatkan, dan
- b. alternatif metode dalam penurunan kadar asam sianida pada bagian-bagian tanaman singkong.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Singkong

Tanaman singkong terdiri dari dua bagian pokok yaitu umbi dan *tops*. *Tops* adalah bagian atas tanaman singkong yang meliputi daun, batang dan cabang singkong. Pucuk singkong merupakan bagian atas tanaman yang pada umumnya terdiri dari daun dan ranting-ranting muda; jumlahnya berkisar 7% (daun) dan 12% (ranting). Batang singkong mempunyai kulit serta lapisan kayu yang berbentuk bulat dan berongga; terisi oleh lapisan gabus. Pada tanaman yang telah dewasa batang singkong mendominasi persentase bagian *tops* selain daun dan ranting yakni 89,1%. Abbas *et al.* (1986) dalam Antari (2009) menyatakan bahwa perbandingan jumlah *tops* dengan umbi yang dihasilkan untuk varietas lokal bervariasi antara 1 : 1 sedangkan pada varietas unggul 3 : 2. Performansi tanaman singkong dapat dilihat pada **Gambar 2.1**.



Gambar 2.1 Tanaman singkong (Iwandahnial, 2013)

Di Indonesia, singkong memiliki peran penting sebagai makanan pokok ke-3 setelah padi dan jagung. Peranan singkong semakin besar berkaitan dengan daya gunanya di bidang industri, baik industri kecil, menengah, maupun industri besar, tidak terbatas pada industri di dalam negeri, tetapi juga di negara lain sebagai komoditas ekspor andalan (Suprapti, 2005).

Singkong mempunyai banyak nama daerah, yaitu ketela pohon, ubi jenderal, ubi inggris, telo puhung, kasape, bodin, telo jenderal (Jawa), sampeu, huwi dang deur, huwi jenderal (Sunda), kasbek (Ambon), dan ubi perancis (Padang) (Suprapti, 2005). Adapun komposisi kimia ubi kayu atau singkong dapat dilihat dari Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komposisi kimia ubi kayu (singkong)/ 100 gram bahan

Komponen	Kadar
Kalori (kal)	146
Air (g)	62,5
Protein (g)	1,2
Lemak (g)	0,3
Karbohidrat (g)	34,7
Mineral (g)	1,3
Kalsium (mg)	33
Fosfor (mg)	40
Besi (mg)	0,7
Thiamine (mg)	0,06
Asam askorbat (mg)	30
BDD (%)	75

Sumber: Nio (2012)

2.2 Varietas Singkong

Pada tahun 1977-1979, diperkenalkan 22 jenis tanaman singkong dari CIAT (*Centro International de Agricultural Tropica*) dan 9 jenis dari Filipina. Varietas singkong termasuk dalam kategori unggul apabila memenuhi persyaratan yaitu: hasil produksi tinggi, lebih dari 30 ton/ha; kadar pati 35%-40%; berumur genjah (pendek) kurang dari 8 bulan; tahan terhadap serangan hama dan penyakit; dan memiliki rasa yang bervariasi sesuai kebutuhan. Apabila dikonsumsi secara langsung, digunakan singkong rasa manis, sedangkan untuk keperluan industri, digunakan singkong rasa pahit (Suprapti, 2005).

Varietas-varietas singkong unggul yang biasa ditanam penduduk Indonesia, antara lain: Valenca, Mangi, Betawi, Basiorao, Bogor, SPP, Muara, Mentega, Andira 1, Gading, Andira 2, Malang 1, Malang 2, dan Andira 4. Beberapa varietas tanaman singkong yang banyak memberikan produksi dari pertanamannya dapat dikemukakan sebagai berikut :

- a. Jenis Mangi : hasil umbi yang diberikan dalam pertanaman seluas 1 hektar adalah 200 kuintal, umbi-umbinya panjang bertangkai, kadar zat tepung sekitar 37%, bila direbus rasanya manis.
- b. Jenis Valenca : memberikan hasil untuk pertanamannya seluas 1 hektar sekitar 200 kuintal umbi, keadaan umbi dari sedang sampai gemuk dan bertangkai, kadar zat tepung sekitar 33,1%, bila direbus rasanya manis.
- c. Jenis Betawi : hasil umbi dari pertanaman seluas 1 hektar adalah sekitar 300 kuintal, umbi-umbinya gemuk tidak bertangkai, kadar zat tepung 34,4%, bila direbus rasanya manis.
- d. Jenis Bogor : hendaknya diperhatikan agar umbinya tidak perlu dimakan karena rasanya pahit dan beracun, hanya baik dibuat untuk tepung kanji. Umbinya memang gemuk-gemuk, bertangkai dengan kadar zat tepung yang dikandungnya sekitar 30,9%. Hasil pertanaman 1 hektar sekitar 400 kuintal.
- e. Jenis Basiorao : umbinya beracun, rasanya pahit, keadaan umbi agak gemuk dan bertangkai pendek, kadar zat tepung sekitar 31,2%. Hasil umbi yang diperoleh untuk penanaman seluas 1 hektar adalah sekitar 300 kuintal, sebagai bahan untuk industri tepung kanji.
- f. Jenis Sao Pedro Petro : keadaan umbi seperti jenis Basiorao dengan kadar zat tepung 35,4%, hasil umbi 1 hektar sekitar 400 kuintal.
- g. Jenis Muara : hasil umbinya gemuk-gemuk, tetapi sangat beracun, kadar zat tepung 26,9%, hasil 1 hektar sekitar 400 kuintal (Kartasapoetra, 1994).
- h. Varietas Kaspro : yaitu termasuk dalam Varietas Unggul Baru (VUB) dan mempunyai produksi dan kadar pati tinggi telah berkembang luas di Jawa Timur. Varietas kaspro umur genjah, kadar pati tinggi dan produksi tinggi (35-40 ton/Ha/8-10 bulan) sangat diminati pihak industri di Jawa Timur. Varietas kaspro memiliki kadar air 57,35%, kadar bahan kering 41,34%, kadar gula total 36,22%, kadar pati dalam berat kering sebesar 79,57%, kadar serat dalam berat kering sebesar 1,70%, dan kadar amilosa dalam berat kering sebesar 25,66% (Ginting *et al.*, 2006).
- i. Varietas Malang-4 : termasuk ke dalam varietas introduksi dan dilepas pada tahun 2001. Optimal pemanenan umbi yaitu berumur 9 bulan, hasil umbi

sebanyak 39,7 t/Ha, memiliki kadar pati dalam berat basah sebesar 25-32% dan kadar HCN >100,0 mg/kg. Varietas malang 4 memiliki rasa pahit, agak tahan tungau merah (*Tetranychus* sp.), adaptif terhadap hara sub-optimal dan sesuai untuk bahan baku industri (Balitkabi, 2011).

- j. Varietas Mentega : Varietas mentega memiliki kadar HCN antara 50-100 ppm termasuk kedalam golongan singkong yang beracun sedang. Varietas mentega memiliki rasa yang enak dan kandungan patinya yang relatif tinggi. Ciri-ciri dari varietas ini adalah warna kulit daging ubi kekuningan, enak, manis dan kadar tepungnya lebih dari 26% (Purwaningsih, 2005). Sementara itu produksi singkong varietas mentega mencapai 20 ton dari rata-rata 117-155 ton produksi singkong (BPS, 2005).
- k. Varietas Ketan : Varietas ketan memiliki rasa yang manis, enak.
- l. Varietas Cimanggu : Singkong jenis ini merupakan singkong jenis yang dikembangkan dari daerah Cimanggu. Jenis singkong ini berasal dari dusun Cimanggu Kecamatan Cikembar dengan usia panen 8 – 10 bulan. Singkong varietas ini mempunyai tinggi tanaman 2,5 – 3 meter dengan bentuk daun berjari. Warna daun pucuknya hijau muda coklat dengan warna kulit batang hijau merah kecoklatan, warna batang dalam putih kecoklatan, warna umbi merah kecoklatan dan warna kulit umbi kuning kecoklatan. Ukuran tangkai umbi pendek, bentuk umbi mencengkram dan rasa umbi enak. Singkong Cimanggu Super ini tahan terhadap Ketahanan CBB.

2.3 Bagian-bagian Singkong

Singkong memiliki kandungan nutrisi yang berbeda pada setiap bagiannya. Bagian tubuh tanaman singkong terdiri atas batang, daun, bunga, dan umbi. Berikut ini merupakan karakteristik dari bagian-bagian tanaman singkong. Komposisi kimia singkong pada beberapa bagian-bagian disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Komposisi kimia singkong pada beberapa bagiannya berdasarkan bahan kering

Kandungan nutrisi	Daun	Batang	Umbi	Kulit umbi
Protein kasar (g)	23,2	10,9	1,7	4,8
Serat kasar (g)	21,9	22,6	3,2	21,2
Ekstrak eter (g)	4,8	9,7	0,8	1,22
Abu (g)	7,8	8,9	2,2	4,2
Ekstrak tanpa N (g)	42,2	47,9	92,1	68
Ca (mg)	0,972	0,312	0,091	0,36
P (mg)	0,576	0,341	0,121	0,112
Mg (mg)	0,451	0,452	0,012	0,227
Energi metabolis (kal)	2590	2670	1560	2960

Sumber: Davendra (1977) dalam Hasrianti (2012)

2.3.1 Batang

Batang tanaman singkong berkayu, beruas-ruas dengan ketinggian mencapai lebih dari 3 mm. Warna batang bervariasi, ketika masih muda umumnya berwarna hijau dan setelah tua menjadi keputih-putihan, kelabu, atau hijau kelabu. Batang berlubang, berisi empulur berwarna putih, lunak, dengan struktur seperti gabus (Suprapti, 2005).

Batang singkong yang sudah tua berkayu, berbentuk silinder, dan di bagian tengah terdiri dari gabus. Batang singkong memiliki ruas panjangnya antara 10-15 cm. Pada setiap batas ruas (buku), terdapat mata calon tunas, dan apabila telah tua maka mata tunas membengkak. Batang ini disiapkan untuk pembibitan (stek). Batang yang sudah tua berdiameter 2-8 cm dan tiap batang mempunyai 22-96 ruas (Richana, 2013).

Setelah tanaman singkong menjadi tua, maka singkong sering bercabang dengan tunas percabangan dua, tiga, atau bahkan empat. Dari batang tersebut nantinya akan keluar bunga, yang membentuk biji, dan menjadi benih, sehingga disebut *reproductive branching*. Tinggi tanaman berkisar antara 1,20-3,70 m, batang berwarna hijau muda dan gelap, dan ada juga yang kekuningan, tergantung jenis kultivar dan varietasnya (Richana, 2013).

2.3.2 Daun

Daun singkong berbentuk membelah seperti jari tangan. Jumlah belahan daun beragam, dari 3 sampai 9, namun terbanyak adalah 5 dan 6. Ukuran lebar belahan daun 0,5-1,0 cm, panjang 5-12 cm, dan panjang tangkai daun berkisar 5-

30 cm bahkan kadang-kadang sampai 40 cm. Permukaan daun singkong mengandung lapisan tipis lilin. Daun singkong mengandung klorofil sekitar 2,18-2,86 mg/g daun (berat basah) (Richana, 2013). Daun singkong, terutama yang masih muda mengandung racun sianida, namun demikian dapat dimanfaatkan sebagai sayuran dan menetralkan rasa pahit sayuran lain, misalnya daun pepaya dan kenikir (Suprapti, 2005). Komposisi kimia singkong pada daun disajikan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Komposisi kimia daun singkong/ 100 gram bahan

Komponen	Kadar
Kalori (kal)	90
Air (g)	77,2
Protein (g)	6,8
Lemak (g)	1,2
Karbohidrat (g)	13
Mineral (g)	1,8
Kalsium (mg)	165
Fosfor (mg)	54
Besi (mg)	2,0
Thiamine (mg)	0,12
Asam askorbat (mg)	275
BDD (%)	87

Sumber: Nio (2012)

Tanaman singkong yang dapat dimanfaatkan untuk pangan dan pakan adalah umbi dan daunnya. Daun singkong biasanya dimanfaatkan untuk sayuran, dan ternyata disamping mengandung klorofil yang tinggi dan vitamin, juga mengandung protein yang cukup tinggi. Daun singkong muda sangat kaya akan protein, β -karoten (pro vitamin A), vitamin B1, vitamin B2, dan vitamin C. Daun dan tangkainya mengandung kurang lebih 30% protein kasar (berat bahan kering), jadi dapat diharapkan perolehan rendemen protein 15% dari bagian daun. Konsentrat protein sangat mudah didapat dengan proses isolasi dan ekstraksi. Pemanfaatan konsentrat protein daun cukup besar sebagai sumber protein dalam pakan. Daun singkong digunakan sebagai campuran pakan ternak dengan tepung kedelai, gude, sorgum dan rumput alfalfa (Limsila *et al.*, 2002). Kandungan protein daun singkong terdiri atas asam amino, antara lain alanin 5,7 (g/16g N), sistin 1,4; glisin 4,8; isoleusin 4,5; lisin 5,9; triptofan 2,0; valin 5,6; arginin 5,3;

asam aspartat 9,8; glutamate 12,3; histidin 2,3; leusin 8,2; methionin 1,9; penilalanin 5,4; treonin 4,4; tirosin 4,0 g/16g N (Wanapat, 2002 dalam Limsila *et al.*, 2002).

2.3.3 Umbi

Umbi yang berbentuk merupakan akar yang menggelembung dan berfungsi sebagai tempat penyimpanan makanan cadangan. Bentuk umbi biasanya bulat memanjang, terdiri atas: kulit luar tipis (ari) berwarna kecokelat-cokelatan (kering); kulit dalam agak tebal berwarna keputih-putihan (basah); dan daging berwarna putih atau kuning (tergantung varietasnya) yang mengandung sianida dengan kadar yang berbeda (Suprapti, 2005).

Umbi singkong ada yang berwarna putih dan kuning yang merupakan simpanan cadangan makanan. Umbi singkong bukan batang, tetapi benar-benar akar sehingga tidak dapat digunakan untuk pertumbuhan vegetatif. Umbi yang telah matang terdiri atas kulit luar (*periderm*), kulit dalam (*cortex*) dan daging umbi (*parenchyma*). Daging umbi merupakan bagian terbesar yaitu 85% dari total berat umbi yang terdiri atas *xylum* yang merupakan matrik dari sel jaringan yang mengandung pati (Whetley and Chuzel, 1993). Kulit dalam umbi 11-20% dari berat umbi, sedangkan kulit luar 3%. Ukuran umbi sangat dipengaruhi oleh kultivar singkong dan kondisi lingkungannya (Richana, 2013).

Umbi singkong merupakan sumber karbohidrat dengan kalori yang lebih tinggi dibandingkan karbohidrat lain. Setelah singkong dipanen, jaringan sel umbi masih hidup dan terus berespirasi dengan mengeluarkan CO₂, H₂O, dan panas. CO₂ yang dikeluarkan oleh umbi segar sekitar 2-4 mg/g/hari (basis kering). Umbi yang disimpan respirasinya meningkat dengan CO₂ yang dihasilkan sekitar 7,5 mg/g/hari pertama dan mencapai maksimum 9,7 mg/g/hari pada hari ketiga. Kecepatan respirasi terakhir tersebut menyebabkan kehilangan bahan kering sebesar 0,7%/hari. Adanya respirasi ini merupakan salah satu sebab mengapa ubi tidak punya daya simpan yang baik. Selain itu, singkong juga mengandung kadar air tinggi sekitar 65%, dan mempunyai bentuk yang besar sehingga mudah rusak dan sulit dikeringkan tanpa mengubah bentuk (dikecilkan ukurannya) (Limsila *et al.*, 2002).

Di bawah kulit luar umbi terdapat lendir yang mengandung enzim polifenolase. Enzim ini apabila berhubungan dengan udara luar menjadi berwarna coklat kehitaman. Setelah singkong dipanen, umbi akan mengalami kerusakan selama 48 jam, yang diawali dengan proses enzimatis, kemudian diikuti oleh proses lainnya. Tanpa adanya perlakuan pasca panen, umbi tidak tahan disimpan lebih dari 2 hari. Di dalam akar, cabang, dan daun singkong terdapat zat racun asam sianida, baik dalam bentuk bebas maupun senyawa kimia, yaitu glikosida, sianogen phaseulanathin, linamarin, dan metillinamarin atau lotaustralin (Coursey, 1973). Pada saat panen, senyawa tersebut terurai menjadi asam sianida, aseton dan glukosa, karena adanya enzim linase (Grace, 1977, Alves, 2002). Pada saat panen, jumlah asam sianida bervariasi dari dosis yang tidak berbahaya (<50 ppm) sampai yang mematikan (>250 ppm). Asam sianida ini mempunyai dosis ambang batas (*lethal*) 0,5-3 mg/kg berat badan. Bila dikonsumsi secara terus-menerus dengan dosis *sublethal* dapat menimbulkan penyakit *tropical ataxic neuropathy* dengan gejala timbulnya lesi pada saraf mata, pendengaran, dan periferi, kadar tiosianat darah yang meningkat, dan penyakit gondok. Namun demikian, asam sianida ini mudah hilang selama singkong diproses dengan perlakuan perendaman, pengeringan, perebusan, dan fermentasi. Komposisi kimia singkong pada umbi disajikan pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Komposisi kimia umbi singkong/ 100 gram bahan

Komponen	Kadar
Kalori (kal)	146
Air (g)	62,5
Protein (g)	1,2
Lemak (g)	0,3
Karbohidrat (g)	34,7
Mineral (g)	1,3
Kalsium (mg)	33
Fosfor (mg)	40
Besi (mg)	0,7
Thiamine (mg)	0,06
Asam askorbat (mg)	30
BDD (%)	75

Sumber: Nio (2012)

2.3.4 Kulit

Kulit singkong merupakan limbah kupasan hasil pengolahan gapek, tapioka, tape, dan panganan berbahan dasar singkong lainnya. Potensi kulit singkong di Indonesia sangat melimpah, seiring dengan eksistensi negara ini sebagai salah satu penghasil singkong terbesar di dunia dan terus mengalami peningkatan produksi dalam setiap tahunnya. Dari setiap berat singkong akan dihasilkan limbah kulit singkong sebesar 16% dari berat tersebut. Kulit singkong terkandung dalam setiap umbi singkong dan keberadaannya mencapai 16% dari berat umbi singkong tersebut (Waluyo, 2013). Komposisi kimia singkong pada kulit disajikan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Komposisi kimia kulit singkong/ 100 gram bahan

Komponen	Kadar
Pati	44-59
Air (g)	7,9-10,32
Protein (g)	1,5-3,7
Lemak (g)	0,8-2,1
Serat (g)	17,5-27,4
Abu (g)	0,2-2,3
Kalsium (mg)	0,42-0,77
Magnesium (mg)	0,12-0,24
Fosfor (mg)	0,02-0,10
HCN (ppm)	18,0-309,4

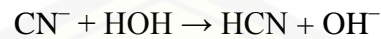
Sumber: Nur Richana (2013)

2.4 Asam Sianida (HCN)

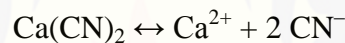
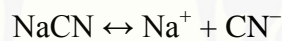
Sianida adalah kelompok senyawa yang mengandung gugus siano ($-C\equiv N$) yang terdapat dalam bentuk-bentuk berbeda (Kjeldsen, 1999, Luque-Almagro *et al.*, 2011). Sianida di alam dapat diklasifikasikan sebagai sianida bebas, sianida sederhana, kompleks sianida dan senyawa turunan sianida (Smith and Mudder, 1991). Terdapat dua macam sianida yaitu sianida bebas dan sianida kompleks.

Sianida bebas adalah penentu ketoksikan senyawa sianida yang dapat didefinisikan sebagai bentuk molekul (HCN) dan ion (CN^-) dari sianida yang dibebaskan melalui proses pelarutan dan disosiasi senyawa sianida (Smith and Mudder, 1991). Kedua spesies ini berada dalam kesetimbangan satu sama lain

yang bergantung pada pH sehingga konsentrasi HCN dan CN^- dipengaruhi oleh pH (Kyle, 1988). Pada pH dibawah 7, keseluruhan sianida berbentuk HCN sedangkan pada pH diatas 10,5, keseluruhan sianida berbentuk CN^- (Kyle, 1988). Reaksi antara ion sianida dan air ditunjukkan oleh dalam reaksi di bawah ini (Smith and Mudder, 1991):



Sianida sederhana dapat didefinisikan sebagai garam-garam anorganik sebagai hasil persenyawaan sianida dengan natrium, kalium, kalsium, dan magnesium (Kjeldsen, 1999, Kyle, 1988). Sianida sederhana dapat juga didefinisikan sebagai garam dari HCN yang terlarut dalam larutan menghasilkan kation alkali bebas dan anion sianida (Smith and Mudder, 1991):

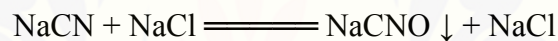
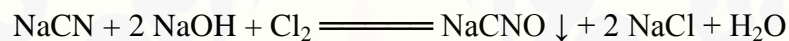


Bentuk sianida sederhana biasanya digunakan dalam leaching emas. Sianida sederhana dapat larut dalam air dan terionisasi secara cepat dan sempurna menghasilkan sianida bebas dan ion logam (Kyle, 1988, Smith and Mudder, 1991). Kompleks sianida termasuk kompleks dengan logam kadmium, tembaga, nikel, perak, dan seng (Smith and Mudder, 1991). Kompleks sianida ketika terlarut menghasilkan HCN dalam jumlah yang sedikit atau bahkan tidak sama sekali (Kyle, 1988) tergantung pada stabilitas kompleks tersebut. Kestabilan kompleks sianida bervariasi dan bergantung pada logam pusat (Smith and Mudder 1991). Kompleks lemah seperti kompleks dengan sianida dengan seng dan kadmium mudah terurai menjadi sianida bebas. Kompleks sedang lebih sulit terurai dibanding kompleks lemah dan meliputi kompleks sianida dengan tembaga, nikel, dan perak. Sedangkan kompleks kuat seperti kompleks sianida dengan emas, besi, dan kobalt cenderung sukar terurai menghasilkan sianida bebas. Senyawa turunan sianida yaitu SCN^- (tiosianat), CNO^- , dan NH_3 (amonia) yang biasanya dihasilkan dari sianidasi, degradasi alami dan pengolahan limbah mengandung sianida (Smith and Mudder, 1991).

Glikosida sianogenik merupakan senyawa yang terdapat dalam bahan makanan nabati secara potensial sangat beracun karena dapat terurai dan

mengeluarkan hidrogen sianida. Glikosida sianogenik juga terdapat pada berbagai tanaman dengan nama senyawa yang berbeda seperti amigladin pada biji almonds, aprikot dan apel, dhurin pada biji sorghum, dan linamarin pada kara (*lima bean*) dan singkong. Nama kimia bagi amigladin adalah glukosida benzaldehida sianohidrin; dhurin: glukosida *p*-hidroksi-benzaldehida sianohidrin; linamarin : glukosida aseton sianohidrin (Winarno, 1992).

Menurut Sitorus (1996), sianida dapat terbentuk sebagai sianida bebas, seperti HCN, dan di dalam bentuk persenyawaan garam seperti KCN dan NaCN. Kompleks sianida yang stabil terdapat dalam jumlah yang sedikit seperti $K_4Fe(CN)_6$. Pada proses pengolahan, umumnya sianida dioksidasi dengan klorin atau hipoklorit di dalam suasana basa. Oksidasi sebagian menjadi sianat (CNO^-) biasanya tercapai pada pH antara 9-10.



Sianat (CNO^-) kurang beracun bila dibandingkan dengan sianida dan akan dihidrolisis pada suasana asam (pH rendah) menjadi NH_3 dan CO_2 . Jika klorin merupakan oksidator, maka banyaknya NaOH yang dibutuhkan akan lebih besar karena pada reaksi selanjutnya sianat dapat dioksidasi menjadi CO_2 dan N_2 oleh kelebihan klorin.



Asam sianida adalah zat molekuler yang kovalen, namun mampu terdisosiasi dalam larutan air, merupakan gas yang sangat beracun, tidak berwarna. Dalam larutan air, HCN adalah asam yang sangat lemah, $pK_{25^\circ}=9,21$, dan larutan sianida yang larut terhidrolisis tidak terbatas, namun cairan murninya adalah asam yang kuat. Cairan HCN memiliki titik didih $25,6^\circ C$ dan memiliki tetapan dielektrik yang sangat tinggi (107 pada $25^\circ C$) sehubungan dengan penggabungan molekul-molekul polar (seperti H O) oleh ikatan hidrogen dan cairan HCN tidak stabil dan dapat terpolimerisasi dengan hebat tanpa adanya stabilisator (Cotton dan Wikinson, 1989: 305).

Asam sianida mudah menguap dan sangat berbahaya. Asam sianida dikeluarkan dari glikosida sianogenetik pada saat komoditi dihaluskan,

mengalami pengirisan, atau mengalami kerusakan. Glikosida sianogenetik merupakan senyawa yang terdapat dalam makanan nabati dan secara potensial sangat beracun karena dapat terurai dan mengeluarkan hidrogen sianida. Asam sianida sangat cepat terserap oleh alat pencernaan dan masuk ke dalam aliran darah, lalu bergabung dengan hemoglobin di dalam sel darah merah sehingga menyebabkan oksigen tidak dapat diedarkan ke seluruh jaringan tubuh. Hal ini dapat menyebabkan sakit atau kematian dengan dosis mematikan 0,5-3,5 mg HCN/kg berat badan (Salim, 2011).

2.5 Asam Sianida (HCN) pada Singkong

Berdasarkan kandungan zat racunnya singkong dapat dibedakan dalam :

- Tidak beracun yaitu bila kadar HCN kurang dari 50 mg/kg umbi basah kupas.
- Setengah beracun yaitu bila kadar HCN antara 50-100 mg/kg umbi basah kupas.
- Sangat beracun yaitu bila kadar HCN lebih dari 100 mg/kg umbi basah kupas.

Tabel 2.6 Kadar HCN pada beberapa varietas singkong

No.	Jenis	Kadar HCN (mg/kg singkong basah)
1.	Valenca	< 50
2.	Mangi	< 50
3.	Ardira 2	1-100
4.	Bogor	>100
5.	SPP	>100
6.	Muara	>100
7.	Mentega	< 50

Sumber : Departemen Kesehatan Direktorat Gizi (1979)

Menurut Departemen Pertanian (2011) beberapa varietas unggul singkong yang telah dilepas oleh Kementrian Pertanian antara lain Adira 1, Adira 2, Adira 4, Malang 1, Malang 2, Darul Hidayah, Malang 4 maupun Malang 6.

a. Adira 1

Adira 1 mempunyai pucuk daun berwarna coklat dengan tangkai merah pada bagian atas dan merah muda pada bagian bawahnya. Bentuk daunnya menjari agak lonjong. Warna batang muda hijau muda sedangkan batang tua coklat kuning. Umur tanaman antara 7-10 bulan dengan tinggi tanaman mencapai 1-2 meter.

Umbinya berwarna kuning dengan kulit luar coklat dan kulit dalam kuning. Umbinya mempunyai rasa yang enak direbus dengan kadar tepung 45% dan kadar protein 0,5% pada saat basah serta kadar sianida (HCN) mencapai 27,5 mg per kilogram. Umbinya cocok untuk diolah menjadi tape, kripik singkong atau dikonsumsi langsung.

b. Adira 2

Adira 2 mempunyai ciri-ciri daunnya berbentuk menjadi agak lonjong dan gemuk dengan warna pucuknya ungu. Warna tangkai daun bagian atas merah muda dan bagian bawahnya hijau muda. Warna tulang daunnya merah muda pada bagian atas dan bagian bawahnya hijau muda. Warna batang muda hijau muda dan menjadi putih coklat saat sudah tua. Tinggi tanaman sekitar 1-2 meter dengan umur tanaman mencapai 8-12 bulan.

Warna umbi putih dengan kulit bagian luar putih coklat dan bagian dalamnya ungu muda. Kualitas rebusnya bagus namun rasanya agak pahit. Umbinya mempunyai kandungan tepung 41% dan protein 0,7% saat basah dengan kadar sianida (HCN) sekitar 124 mg per kilogram. Umbinya cocok untuk bahan baku tapioka.

c. Adira 4

Ciri-ciri dari Adira 4 ini antara lain pucuk daun berwarna hijau dengan bentuk daunnya biasa agak lonjong dan tulang daunnya berwarna merah muda pada bagian atas serta hijau muda pada bagian bawahnya. Warna tangkai daun bagian atas merah kehijauan dan bagian bawahnya hijau muda. Warna batang muda hijau dan batang tua abu-abu. Tinggi tanaman antara 1,5-2 meter dengan umur tanaman mencapai 10 bulan.

Umbinya berwarna putih dengan kulit luar coklat dan ros bagian dalamnya. Umbinya mempunyai kualitas rebus yang bagus namun agak pahit. Umbinya mempunyai kandungan tepung mencapai 18-22 % dan proteinnya 0,8-22% dengan kadar HCN sekitar 68 mg per kilogram. Umbinya cocok untuk bahan baku tapioka.

d. Malang 1

Malang 1 mempunyai daun berwarna hijau keunguan dengan bentuk daun menjari agak gemuk. Tangkai daun bagian atas hijau kekuningan dengan bercak ungu merah pada bagian pangkal bawah. Warna batang muda hijau muda dan hijau keabu-abuan pada bagian bawahnya. Tinggi tanaman mencapai 1,5-3,0 meter dengan umur tanaman mencapai 9-10 bulan.

Umbinya berwarna putih kekuningan dengan kualitas rebus yang enak dan rasa manis. Kandungan tepungnya mencapai 32-36% dan proteinnya mencapai 0,5% umbi segar. Kadar sianida (HCN) kurang dari 40 mg per kilogram dengan metode asam pikrat. Umbinya cocok sebagai bahan baku tapioka.

e. Malang 2

Malang 2 mempunyai bentuk daun menjari dengan cuping yang sempit. Warna pucuk daunnya hijau muda kekuningan dengan tangkai daun atas hijau muda kekuningan dan bagian bawahnya hijau. Warna batang muda hijau muda dan batang tua coklat kemerahan. Tinggi tanaman mencapai 1,5-3,0 meter dengan umur mencapai 8-10 bulan.

Warna umbinya kuning muda dengan warna kulit luar coklat kemerahan dan putih kecoklatan bagian dalamnya. Rasa umbinya enak dengan kandungan tepungnya mencapai 32-36%, protein 0,5% umbi segar dan sianida (HCN) kurang dari 40 mg per kilogram dengan metode asam pikrat.

f. Malang 4

Bentuk daunnya menjari dengan lamina gemuk. Warna daun muda ungu dan berubah menjadi hijau saat tua dengan tangkai daun berwarna hijau. Warna batang keunguan. Malang 4 termasuk varietas singkong yang tidak bercabang. Tinggi tanaman kurang dari 2 meter dan umur tanaman mencapai 9 bulan.

Umbinya berwarna putih dengan kulit luar coklat dan kulit bagian dalam kuning. Ukuran umbinya besar dan kualitas rebusnya baik namun rasanya agak pahit. Kandungan tepung 25-32% dan sianida (HCN) kurang dari 100 ppm dengan metode asam pikrat.

g. Malang 6

Bentuk daunnya menjari dengan lamina gemuk. Warna daun muda ungu dan yang tua berwarna hijau dengan tangkai daun hijau muda. Batang berwarna abu-abu. Tinggi tanaman kurang dari 2 meter dengan umur tanaman mencapai 9 bulan.

Umbinya berwarna putih dengan kulit luar berwarna putih dan berwarna kuning pada bagian dalamnya. Ukuran umbi termasuk sedang dengan kualitas rebusnya baik, namun rasanya pahit. Kandungan tepung 25-32% dan sianida (HCN) kurang dari 100 ppm dengan metode asam pikrat.

h. Darul Hidayah.

Bentuk daunnya menjari agak ramping dengan warna pucuk daun hijau agak kekuningan dan tangkai daun tua berwarna merah. Warna batang muda hijau dan yang tua berwarna putih. Kulit batangnya mudah mengelupas. Bercabang sangat ekstensif hingga mencapai 4 cabang. Tinggi tanaman mencapai 3,65 meter dengan umur tanaman mencapai 8 -12 bulan.

Umbinya memanjang berwarna putih dengan tekstur padat, kualitas rebus baik dengan rasa umbinya kenyal seperti ketan. Kandungan tepung 25-31,5%, kandungan air 55-65%, kandungan serat 0,96% dan kandungan sianida (HCN) cukup rendah kurang dari 40 mg per kilogram dengan metode asam pikrat. Umbinya cocok untuk bahan baku kripik singkong.

2.6 Metode Penghilangan Asam Sianida (HCN)

2.6.1 Metode Pengeringan

Pengeringan adalah pemindahan air sampai mencapai kadar air keseimbangan dengan udara atmosfer normal atau sampai mencapai kadar air sedemikian sehingga penurunan mutu yang disebabkan oleh cendawan, aktivitas enzim dan serangga akan dapat diabaikan yaitu 12 sampai 14% basis basah untuk kebanyakan bahan pada umumnya. Sedangkan dehidrasi adalah pemindahan air bahan sampai kadar airnya sangat rendah, hampir-hampir mencapai keadaan kering kerontang. Bahan yang kering kerontang adalah bahan dimana semua kadar air sudah dipindahkan, kadar airnya adalah nol (Henderson dan Perry, 1976).

Menurut Tjokroadikoesoemo (1986), pengeringan adalah suatu cara atau metode untuk menghilangkan sebagian kandungan air dari suatu bahan sampai batas tertentu sehingga jasad renik tidak dapat tumbuh di dalamnya. Selain itu bahan menjadi awet serta mudah diangkut dan dipindah-pindahkan karena sudah banyak kehilangan berat sehingga lebih ringkas dan lebih kuat. Jika suatu bahan yang lembab karena jenuh air dikeringkan pada kondisi-kondisi yang konstan, air mula-mula akan menguap dengan kecepatan yang tetap. Setelah kandungan kelembaban di dalam bahan tersebut mencapai keadaan yang disebut kandungan kelembaban kritis (*critical moisture content*), kecepatan pengeringan secara terus-menerus akan turun sampai tercapai titik keseimbangan (*equilibrium moisture content*). Pada saat ini pengeringan tidak dapat dilanjutkan lagi, kecuali jika kondisi-kondisinya diubah.

Periode pengeringan dengan kecepatan tetap tersebut berkaitan erat dengan adanya air yang tak terikat (*unbound moisture content*) dalam bahan yang dikeringkan. Air terikat (*bound moisture content*) adalah air yang ikatannya dengan bahan yang akan dikeringkan sangat erat, misalnya air yang terkandung dalam sel-sel jaringan bahan. Sebaliknya air tak terikat adalah kandungan air yang terdapat bebas di dalam jaringan tanaman atau bahan. Sepanjang masih tersisa kandungan kelembaban tak terikat, maka pengeringan masih berlangsung pada kecepatan konstan (Tjokroadikoesoemo, 1986). Penguapan air yang berada dalam bahan hingga mencapai kadar air tertentu agar kerusakan bahan pangan dapat diperlambat, dipengaruhi oleh beberapa parameter diantaranya adalah suhu dan kelembaban udara lingkungan, laju aliran udara pengering, besarnya persentase kadar air bahan yang diinginkan, energi pengeringan, efisiensi alat pengering, serta kapasitas pengeringan (Suharto, 1991 di dalam Witarsa, 2004).

Hasil penelitian Yuningsih (1999) menunjukkan bahwa perlakuan dengan proses pengeringan pada suhu kamar dan proses pemotongan kandungan HCN tidak terdeteksi lagi dengan lama penyimpanan sama waktunya yaitu selama 5 hari, tetapi penurunan HCN lebih besar pada proses pemotongan. Pada perlakuan proses pengeringan dengan pemanasan memerlukan waktu 10 jam untuk memperoleh HCN tidak terdeteksi lagi. Selain itu, dalam penelitian Aman

dalam Almasyhuri (2013) menunjukkan bahwa perendaman, pemasakan atau pengukusan dapat menurunkan sianida rebung bambu sekitar 50%. Pengirisan dan penjemuran panas matahari menurunkan 48,3% pengeringan dan perendaman dalam air tawar menurunkan 68,2% asam sianida (HCN) dalam ubi hutan (*Dioscorea hispida* Dennst).

2.6.2 Metode Pelayuan

Beberapa teknik pengolahan sederhana, seperti pelayuan, pencacahan, penjemuran, dan pengeringan dapat menurunkan kandungan glukosida sianogenik sampai ke level yang aman untuk ternak. Metode pelayuan merupakan proses hijauan yang dilayukan dahulu selama 2 hari (kandungan bahan kering 40-50%). Pelayuan dan pencacahan pada hijauan merupakan perlakuan terbaik sebelum diberikan pada ternak.

Menurut Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia (2009), menyatakan bahwa pelayuan merupakan kegiatan membiarkan produk pada suhu dan kelembaban tertentu untuk memperoleh kondisi optimum sebelum produk dikonsumsi atau disimpan. Tempat pelayuan harus bersih dan mudah dikenakan tindakan sanitasi. Pelayuan dapat dilakukan menggunakan alat dan/atau mesin. Jenis dan spesifikasi alat dan/atau mesin harus sesuai sifat dan karakteristik hasil pertanian asal tanaman.

Pelayuan bisa dilakukan dalam kondisi daun utuh atau sudah dipotong-potong. Penurunan kadar HCN pada daun yang dipotong-potong akan lebih besar daripada daun yang utuh. Pelayuan pada suhu ruangan (kondisi teduh) selama 5 hari akan menurunkan kadar HCN pada tingkatan yang sangat rendah sehingga tidak terdeteksi lagi. Setidaknya 2 hari pelayuan dalam suhu kamar bisa menurunkan kadar HCN hingga sekitar 70 mg/kg (kurang lebih setara dengan kondisi setelah di oven pada suhu konstan 37°C selama 6 jam), sehingga untuk amannya 3 hari dalam suhu kamar/ dalam ruangan. Apabila ingin mempercepat penguapan HCN maka daun singkong perlu dijemur atau dipotong-potong. Kadar sianida dalam daun singkong keadaan utuh, setelah 3 hari penyimpanan pada suhu kamar menurunkan sekitar 95% (8,9 mg/kg vs 166,6 mg/kg) (Yuningsih, 1999). Hasil penelitian Ravindran *et al.* (1987), juga menunjukkan bahwa kadar sianida

dalam daun singkong segar berkurang 90%, setelah disimpan 3 hari. Kandungan sianida dengan pemanasan dalam oven lebih cepat menurun, karena panas mempercepat penguapan sehingga mempercepat pula penurunan kandungan sianida dalam daun. Pengamatan kadar sianida dilakukan tiap 2 jam, yaitu setelah penyimpanan 2, 4, 6, dan 8 jam, dan kandungan sianidanya berturut-turut adalah 111,1 mg/kg, 100,0 mg/kg, 66,7 mg/kg dan 22,2 mg/kg, dan setelah penyimpanan 10 jam kadar sianida tidak terdeteksi lagi. Pemanasan oven (37°C) yang terus-menerus menggambarkan pemanasan dengan sinar matahari. Yang dilakukan oleh sebagian peternak yang menjemur daun singkong di pagi hari dan diberikan pada ternak pada sore hari.

2.6.3 Metode Pemanasan Basah

Dengan pengolahan yang memadai (mengupas, mengiris, dan memasak) baik glukosa sianogenik maupun hidrogen sianida dapat dihapus atau dikurangi sebelum konsumsi (*Food Standards Australia New Zealand*, 2004). Perebusan adalah proses pemasakan dengan menggunakan suhu panas ($\pm 100^{\circ}\text{C}$), dan termasuk dalam kategori pemanasan basah karena menggunakan media air. Pemanasan dan air merupakan cara pengolahan yang dapat menurunkan sifat sianogenik karena HCN dapat menguap dengan pemanasan dan HCN juga luruh dengan adanya air (Suprpti dalam Wahyuningtyias, dkk. 2010). Melalui pemanasan enzim yang bertanggung jawab terhadap pemecahan linamarin menjadi inaktif dan hidrogen sianida tidak terbentuk (Winarno, 2002). Pada umbi-umbian proses rebus atau diiris tipis lalu direbus mengurangi kadar sianida 60-90% sedangkan proses kukus atau diiris tipis lalu dikukus mengurangi kadar sianida 30-60% (Murdiana *et. al.*, 2000). Hasil penelitian Karima (2015) perlakuan perendaman dan perebusan dapat menurunkan kadar HCN pada pengolahan biji karet. Hasil penurunan paling optimal pada perendaman selama 24 jam dilanjutkan perebusan selama 1,5 jam dengan dari kadar HCN awal sebesar 111,19 mg/L dan kadar HCN setelah perlakuan tersebut sebesar 1,93 mg/L.

2.6.4 Metode Fermentasi

Selain dilakukan secara fisika dan kimia, penghilangan kandungan sianida dalam bahan pangan juga dapat secara biologi. Pada proses pengolahan singkong, baik melalui proses perendaman maupun fermentasi seperti pada pembuatan iafun, gari dan ogi, hidrolisis senyawa glukosida sianogen dibantu oleh enzim hidrolase ekstraseluler mikroba (Ketiku dkk., 1978). Salah satu mikroba yang terlibat adalah *Mucor* sp. Suliantari dan Rahayu (1990) melaporkan penurunan kadar sianida dalam umbi gadung dan kacang-kacangan selama fermentasi. Sasongko (2009) melakukan detoksifikasi irisan umbi gadung menggunakan kapang *Mucor* sp. yang diisolasi dari ragi tape merk Gedang dan berhasil menurunkan kadar sianida dari 425,44 mg/kg menjadi 146,04 mg/kg setelah fermentasi berlangsung selama 72 jam menggunakan inokulum 15% (v/b). Kumoro dkk. (2016) berhasil menurunkan kadar sianida dalam 450 g irisan umbi gadung dari 390,96 menjadi 48,12 mg/kg melalui fermentasi menggunakan 5 ragi tapai selama 7 hari. Namun, semua penelitian tersebut tidak meninjau kinetika pertumbuhan mikroba (kapang, bakteri dan ragi) karena lebih menitikberatkan pada upaya penurunan kadar sianida alam irisan umbi gadung saja.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Pangan Hasil Pertanian, Laboratorium Studio Kewirausahaan, Laboratorium Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada bulan Maret sampai Oktober 2017.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah bagian tanaman singkong (daun, batang, umbi dan kulit) yang diperoleh dari petani di Kabupaten Jember. Singkong yang digunakan terdiri dari dua varietas yaitu jenis singkong manis (varietas Cimanggu) dan jenis singkong pahit (varietas Kaspro). Bahan kimia yang digunakan adalah aquades, asam pikrat (Merck), kloroform (Merck), KCN (Merck), HCl (Merck), petroleum benzen (Merck), selenium (Merck), H₂SO₄ pekat (Merck), asam borat 4% (Merck), *metal blue* (MB) (Merck), NaOH 40% (Merck), HCl 0,02N (Merck), H₂SO₄ 0,3N (Merck), NaOH 1,5N (Merck), air panas dan aseton (Merck).

3.2.2 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan meliputi spektrofotometri UV-VIS, oven suhu 60°C, tanur pengabuan (Naberthem), *soxhlet* (DET-GRAS N), destilator (Buchi Distillation Unit K-355), neraca analitik Ohaus, peralatan Kjeldahl, desikator, homogenizer, grinder, ayakan 60 mesh, erlenmeyer 250 ml merk Pyrex, *beaker glass* merk Pyrex, gelas ukur 100 ml merk Pyrex, buret, labu lemak, kertas saring kasar dan halus, kertas whatmann, pipet tetes, botol timbang, kurs porselen, loyang, mortar dan alu, pisau *stainless steel*, tabung reaksi, karet.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Rancangan Percobaan

Rancangan pada penelitian ini menggunakan tiga faktor yaitu Faktor A (varietas singkong), Faktor B (bagian tanaman singkong), dan Faktor C (metode penurunan HCN). Percobaan ini akan dilakukan dengan 2 kali pengulangan. Analisis sianida akan dilakukan dengan variasi sebagai berikut:

Faktor A = varietas singkong

A₁ = varietas singkong manis (Cimanggu)

A₂ = varietas singkong pahit (Kaspro)

Faktor B = bagian tanaman singkong

B₁ = daun

B₂ = batang

B₃ = umbi

B₄ = kulit

Faktor C = metode penghilangan HCN

C₁ = pelayuan pada suhu kamar

C₂ = pengeringan dengan suhu 60°C

Dari ketiga Faktor tersebut diperoleh kombinasi perlakuan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Kombinasi perlakuan

Varietas	Bagian	Perlakuan		
		Segar (C ₀)	Pelayuan pada suhu kamar (C ₁)	Pengeringan (60°C) (C ₂)
Jenis singkong manis (varietas Cimanggu) (A ₁)	Daun (B ₁)	A ₁ B ₁ C ₀	A ₁ B ₁ C ₁	A ₁ B ₁ C ₂
	Batang (B ₂)	A ₁ B ₂ C ₀	A ₁ B ₂ C ₁	A ₁ B ₂ C ₂
	Umbi (B ₃)	A ₁ B ₃ C ₀	A ₁ B ₃ C ₁	A ₁ B ₃ C ₂
	Kulit (B ₄)	A ₁ B ₄ C ₀	A ₁ B ₄ C ₁	A ₁ B ₄ C ₂
Jenis singkong pahit (varietas Kaspro) (A ₂)	Daun (B ₁)	A ₂ B ₁ C ₀	A ₂ B ₁ C ₁	A ₂ B ₁ C ₂
	Batang (B ₂)	A ₂ B ₂ C ₀	A ₂ B ₂ C ₁	A ₂ B ₂ C ₂
	Umbi (B ₃)	A ₂ B ₃ C ₀	A ₂ B ₃ C ₁	A ₂ B ₃ C ₂
	Kulit (B ₄)	A ₂ B ₄ C ₀	A ₂ B ₄ C ₁	A ₂ B ₄ C ₂

3.3.2 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan dengan cara preparasi bahan dan analisis asam sianida. Tahap awal penelitian adalah menyiapkan sampel yaitu singkong varietas A dan B dengan bagian tanaman yang digunakan yaitu daun, batang, umbi dan kulit singkong. Daun yang digunakan yaitu daun tua dan daun muda kemudian dilakukan pengecilan ukuran dengan cara memotong daun menggunakan pisau *stainless steel*. Batang yang digunakan yaitu batang muda kemudian dilakukan pengecilan ukuran dengan cara memotong batang menggunakan pisau *stainless steel*. Umbi yang digunakan yaitu umbi yang telah dikupas dan dibersihkan kemudian dilakukan pengecilan ukuran dengan cara memotong umbi menggunakan pisau *stainless steel*. Kulit yang digunakan yaitu kulit dalam umbi dan kulit luar singkong yang telah dibersihkan kemudian dilakukan pengecilan ukuran dengan cara memotong kulit singkong menggunakan pisau *stainless steel*. Pengecilan ukuran dilakukan untuk memperluas permukaan bahan dan mempermudah tahap analisis asam sianida. Selain itu, terdapat dua metode penghilangan asam sianida (HCN) yaitu pelayuan dan pengeringan. Proses pelayuan dilakukan dengan cara menyimpan bagian tanaman singkong pada suhu ruang selama 24 jam. Proses pengeringan dilakukan dengan menggunakan oven pada suhu 60°C hingga kadar air mencapai 12-14% kemudian dilakukan analisis asam sianida. Analisis asam sianida dilakukan untuk mengetahui pengaruh suhu dan lama waktu pelayuan dan pengeringan sehingga diperoleh suhu dan waktu yang optimum untuk menghilangkan asam sianida pada bagian tanaman singkong.

3.4 Variabel Pengamatan

Variabel yang diamati dalam penelitian ini antara lain:

1. Kadar asam sianida (Nebiyu dan Getachew, 2011)
2. Kadar air, metode thermogravimetri (AOAC, 2005)
3. Kadar abu, metode langsung/kering (AOAC, 2005)
4. Kadar lemak, metode soxhlet (Sudarmadji, 1997)
5. Kadar protein, metode kjeldahl (Sudarmadji, 1997)

6. Kadar karbohidrat, metode *by difference* (Winarno, 2004)
7. Kadar serat (Anggorodi, 1994)

3.5 Prosedur Analisis

3.5.1 Kadar Asam Sianida (Nebiyu dan Getachew, 2011)

Analisis asam sianida dilakukan dengan metode spektrofotometri. Hal pertama yang dilakukan yaitu pembuatan kertas pikrat dengan cara kertas Whatmann direndam dalam asam pikrat 1% selama 1 jam kemudian dikeringanginkan. Kertas Whatmann yang telah direndam asam pikrat 1%, direndam kembali dalam larutan Natrium Karbonat 10% selama 1 jam dan dikeringanginkan kembali. Setelah itu, bahan yang dianalisis yaitu daun, batang, umbi dan kulit singkong ditimbang sebanyak 0,5 gram dan dimasukkan dalam tabung reaksi. Bahan yang ada dalam tabung reaksi ditambahkan 1 ml akuades, 1 ml HCl dan 1 ml kloroform dan dilakukan pemasangan kertas pikrat dalam tabung reaksi kemudian didiamkan selama 1 jam. Kertas pikrat kemudian dielusikan pada 10 ml akuades dan dilakukan pengukuran absorbansi dengan panjang gelombang 510 nm dan diperoleh kadar asam sianida pada masing-masing sampel. Larutan blanko yang digunakan yakni asam pikrat direndam ke akuades tanpa sampel (Nebiyu dan Getachew, 2011).

Kadar asam sianida dihitung dengan persamaan:

$$y = 0,0027x - 0,0006$$

$$x = \frac{y+0,0006}{0,0027}$$

$$\text{Kadar asam sianida (ppm)} = \frac{0,101+0,0006}{0,0027}$$

Keterangan:

y = nilai absorbansi

x = kadar asam sianida (ppm)

3.5.2 Analisis Kadar Air, metode thermogravimetri (AOAC, 2005)

Analisis kadar air dilakukan dengan menggunakan metode oven. Prinsipnya adalah menguapkan molekul air (H₂O) bebas yang ada dalam sampel. Kemudian sampel ditimbang sampai didapat bobot konstan yang diasumsikan

semua air yang terkandung dalam sampel sudah diuapkan. Selisih bobot sebelum dan sesudah pengeringan merupakan banyaknya air yang diuapkan. Prosedur analisis kadar air sebagai berikut: botol timbang yang akan digunakan dioven terlebih dahulu selama 30 menit pada suhu 100-105°C, kemudian didinginkan dalam desikator untuk menurunkan suhu dan menstabilkan kelembapan (RH) kemudian ditimbang (A). Sampel ditimbang sebanyak 2 gram dalam botol timbang yang sudah dikeringkan (B) kemudian dioven pada suhu 100-105°C selama 6 jam lalu didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang (C). Tahap ini diulangi hingga dicapai bobot yang konstan. Kadar air dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ kadar air} = \frac{B - C}{B - A} \times 100\%$$

Keterangan:

- A = bobot botol timbang kosong (gram)
- B = bobot botol dan sampel (gram)
- C = bobot botol dan sampel setelah di oven (gram)

3.5.3 Analisis Kadar Abu, metode langsung/kering (AOAC, 2005)

Prosedur analisis kadar abu sebagai berikut: cawan yang akan digunakan dioven terlebih dahulu selama 30 menit pada suhu 100-105°C, kemudian didinginkan dalam desikator untuk menghilangkan uap air dan ditimbang (A). Sampel ditimbang sebanyak 2 gram dalam cawan yang sudah dikeringkan (B) kemudian dimasukkan ke dalam *Furnace* bersuhu 550°C sampai pengabuan sempurna selama 1 hari. Sampel yang sudah diabukan didinginkan dalam desikator dan ditimbang (C). Tahap pembakaran dalam tanur diulangi sampai didapat bobot yang konstan.

Kadar abu dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ kadar abu} = \frac{C - A}{B - A} \times 100\%$$

Keterangan:

- A = bobot cawan kosong (gram)
- B = bobot cawan dan sampel awal (gram)
- C = bobot cawan dan sampel kering (gram)

3.5.4 Analisis Kadar Lemak, metode soxhlet (Sudarmadji, 1997)

Kertas saring dan tali dimasukkan dalam oven 60°C selama 60 menit. Kemudian kertas saring dan tali dimasukkan dalam eksikator selama 15 menit dan ditimbang (a gram). Sampel yang telah dihaluskan sebanyak 2 gram dimasukkan kedalam kertas saring, lalu diikat dan ditimbang (b gram). Kertas saring yang sudah berisi sampel dipanaskan dalam oven 60°C selama 24 jam dan ditimbang (c gram). Kemudian bahan diletakkan dalam tabung soxhlet, pasang alat kondensor diatasnya dan labu lemak dibawahnya. Pelarut petroleum benzene dituangkan secukupnya kedalam labu lemak atau sesuai dengan ukurannya sebanyak 250 ml. Labu lemak dipanaskan dan dilakukan ekstraksi selama 5 jam. Setelah dingin, sampel diambil dan dioven pada suhu 60°C selama 24 jam. Sampel didinginkan dalam eksikator selama 15 menit dan ditimbang (d gram). Ulangi beberapa kali hingga berat konstan.

Kadar lemak dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ kadar lemak} = \frac{C - D}{B - A} \times 100\%$$

Keterangan :

- A = berat kertas saring + tali (gram)
- B = berat kertas saring dan sampel (gram)
- C = berat kertas saring dan sampel setelah dioven (gram)
- D = berat kertas saring dan sampel setelah soxhlet (gram)

3.5.5 Analisis Kadar Protein, metode kjeldahl (Sudarmadji, 1997)

Penentuan kadar protein dilakukan dengan menimbang 0,1 gram sampel dan dimasukkan kedalam labu kjedahl 30-50 ml, selanjutnya ditambahkan 0,9 gram selenium dan 2 ml H₂SO₄ pekat kedalam labu kjedahl dan diekstruksi selama 45 menit. Selanjutnya didinginkan selama 30 menit dan ditambahkan 4 ml aquadest. Kemudian labu kjedahl dipindahkan pada alat yang digunakan untuk destilasi. Erlenmeyer yang berisi 15 ml asam borat 4% dan 3 tetes metal blue diletakkan tepat dibawah kondensor, dengan ujung kondensor harus tercelup kedalam larutan asam borat jenuh. Kemudian di destilasi menggunakan larutan

NaOH 40%. Selanjutnya hasil destilasi dititrasi menggunakan larutan HCl 0,02 N sampai berubah warna.

Kadar protein dihitung dengan rumus:

$$N (\%) = \frac{ml \text{ sampel} - ml \text{ blanko}}{\text{Berat sampel} \times 1000} \times M \text{ HCL} \times 14,008 \times 100\%$$

$$\% \text{ Protein} = \% \text{ N total} \times \text{Faktor Koreksi (6,25)}$$

3.5.6 Analisis Kadar Karbohidrat, metode *by difference* (Winarno, 2004)

Kadar karbohidrat ditentukan dengan metode *by difference* yaitu dengan perhitungan melibatkan kadar air, kadar abu, kadar protein dan kadar lemak. Berikut ini adalah persamaan yang digunakan dalam menghitung kadar karbohidrat dengan metode *by difference*.

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

3.5.7 Analisis Kadar Serat (Anggorodi, 1994)

Pengukuran kadar serat kasar merujuk pada metode tanur (Anggorodi, 1994). Pengujian dilakukan dengan langkah-langkah berikut: Sampel seberat 1 gram diletakkan dalam gelas beker kemudian ditambahkan 50 ml H₂SO₄ 0,3 N dipanaskan selama 30 menit kemudian ditambah 25 ml NaOH 1,5 N untuk dipanaskan kembali selama 30 menit. Setelah itu, disaring dengan kertas saring yang telah dioven pada suhu 105-110°C selama 1 jam dan didinginkan di dalam eksikator selama 15 menit lalu ditimbang (A). Sisa saringan dicuci berturut-turut dengan 50 ml air panas, 50 ml H₂SO₄ 0,3 N, 50 ml air panas dan terakhir 25 ml aseton. Kertas saring dan isinya dimasukkan ke dalam cawan porselen dan dioven pada suhu 105-110°C sampai berat konstan kemudian dimasukkan dalam eksikator selama 15 menit lalu ditimbang (Y). Selanjutnya sampel dipanaskan dalam tanur pada suhu 600°C selama 6 jam, didinginkan dalam eksikator selama 15 menit dan ditimbang (Z).

Kadar serat dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ kadar serat} = \frac{Y - Z - A}{X} \times 100\%$$

Keterangan:

X = berat sampel

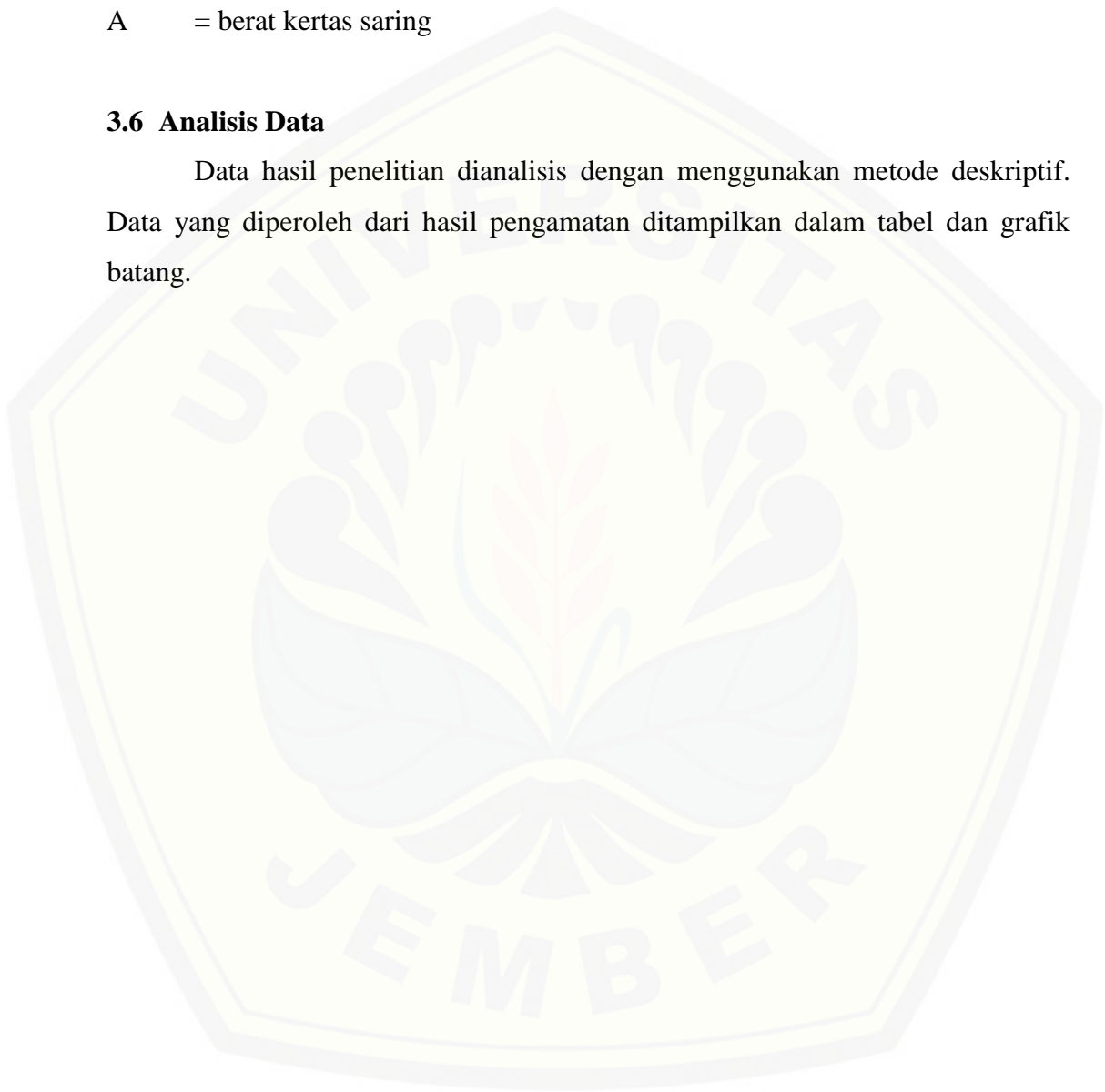
Y = berat sampel + kertas saring + cawan setelah ditanur

Z = berat sampel + cawan setelah ditanur

A = berat kertas saring

3.6 Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis dengan menggunakan metode deskriptif. Data yang diperoleh dari hasil pengamatan ditampilkan dalam tabel dan grafik batang.



BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah perlakuan pelayuan dan pengeringan mampu mengurangi kadar asam sianida pada bagian tanaman singkong. Perlakuan pelayuan mengakibatkan penurunan kadar asam sianida lebih besar. Penurunan kadar asam sianida pada daun, batang, umbi dan kulit umbi singkong varietas Cimanggu dan varietas Kaspro yang diberi perlakuan pelayuan masing-masing adalah 65,82%, 80,62%, 74,12%, 75,91%, 65,15%, 68,63%, 70,70% dan 70,71%. Penurunan kadar asam sianida pada daun, batang, umbi dan kulit umbi singkong varietas Cimanggu dan varietas Kaspro yang diberi perlakuan pengeringan masing-masing adalah 72,06%, 86,55%, 81,86%, 82,69%, 71,12%, 78,76%, 76,72% dan 81,86%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai teknik pelayuan dan persiapan bahan yang akan dianalisis seperti ukuran bahan, jumlah sampel atau suhu yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Almasyhuri. 2013. Kemampuan *Rhizopus* untuk Menurunkan Kandungan Sianida dan Meningkatkan Kandungan Protein Singkong (*Manihot esculenta* crantz). *Jurnal Penelitian Gizi dan Makanan*. Vol. 36 (2): 141-148.
- Alves, A. A. C. 2002. Cassava Botany and Physiology. Dalam: R. J. Hillocks, J.M. Thres dan A. Bellotti eds. *Cassava Biology, Production and Utilization*. Oxon: CABI Publishing.
- Aman, L.O. Efektifitas penjemuran dan perendaman dalam air tawar untuk menurunkan kandungan toksik HCN ubi hutan (*Dioscorea hispida* Dennst). *Jurnal Entropi*. ISSN: 1907-1965. Vol. 6 (2): 213-218.
- Anggorodi, R. 1994. *Ilmu Makanan Ternak Umum*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Antari, R. dan Umiyasih, U. *Pemanfaatan Tanaman Ubi Kayu dan Limbahnya secara Optimal sebagai Pakan Ternak Ruminansia*. Pasuruan: Loka Penelitian Sapi Potong.
- AOAC, 2005. *Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists*. Washington : Benjamin Franklin Station.
- Ardiansari, M. Y. 2012. Pengaruh jenis gadung dan lama perebusan terhadap kadar sianida gadung. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2003. *Produksi Buah-buahan dan Sayuran Tahunan di Indonesia*. [Online]. <http://www.bps.go.id>. [22 Mei 2016].
- Badan Pusat Statistik. 2005. *Statistik Indonesia*. 2004. Jakarta: Badan Pusat Statistik Indonesia.
- Badan Pusat Statistik. 2014. *Produksi Buah-buahan dan Sayuran Tahunan di Indonesia*. [Online]. <http://www.bps.go.id>. [22 Mei 2016].
- Balitkabi. 2011. *Deskripsi varietas unggul kacang-kacangan dan umbi-umbian*. Malang: Balitkabi.
- Binazir, S.W. dan Wulandari, F.D. 2013. Produksi Gas Bahan Bakar dari Batang Singkong dengan Alat Gasifikasi *Fixed-Bed* tanpa Tenggorokan. *Laporan Tugas Akhir*. Surakarta: Program Studi Diploma III Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Maret.

- Bradbury, J.H. dan W.D. Holloway. 1988. *Chemistry of Tropical Root Crops: Significance for Nutrition and Agriculture in the Pacific*. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research.
- Cardoso, A.P., Mirione, E., Ernesto, M., Massaza, F., Cliff, J., Haque, M. R., Bradbury, J.H. 2005. Processing of cassava to remove cyanogens. *Food composition and analysis*. (18) : 451- 460.
- Clarke, E.G.C. and M.L. Clarke. 1975. *Cyanides*. Veterinary Toxicology. Bailere Tindall. I. ed. 250-254.
- Cotton, A. dan Wilkinson, G. 1989. *Kimia Anorganik Dasar*. Jakarta: Universitas Indonesia: 305.
- Coursey, D.G. 1973. Cassava as Food, Toxicology and Technology. Dalam: Nestel, B.L and MacIntyre, R. *Chronic Cassava Toxicity*. Canada: International Development Research Centre.
- Djazuli, M., Bradbury, H. 1999. Cyanogen content of cassava roots and flour in Indonesia. *Journal of Food Chemistry*. Vol. 65 (4): 523-525.
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1979. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Jakarta: Bharata Karya Aksara.
- Fukuba, H. & E.M.T. Mendoza. 1984. Determination of Cyanide in cassava Tropical Root Crop Postharvest Physiology and Processing. *Japan Scientific Societies Press*. Tokyo. 171 - 181.
- FsanZ. 2005. *Cyanogenic Glycosides in Cassava and Bamboo Shoots, a Human Health Risk Assessment*, Technical Report Series No. 28. ISBN 0 642 34551 1. ISSN 1448-3017. Canberra: Food Standards Australia New Zealand.
- FAO/WHO. 1991. *Joint FAO/WHO Food Standards Programme*. Codex Alimentarius Commission, XII, Supplement 4. Rome: Food and Agricultural Organization of the United Nations.
- Ginting, E., S.S. Antarlina, J.S. Utomo, dan Ratnaningsih. 2006. *Teknologi pascapanen ubijalar mendukung diversifikasi pangan dan pengembangan agroindustri*. Buletin Palawija (11):15-28.
- Grace, M.R. 1977. *Cassava Processing*. Roma: Food and Agriculture Organization of United Nations.

- Hasrianti. 2012. "Adsorpsi Ion Cd^{2+} dan Cr^{6+} Pada Limbah Cair Menggunakan Kulit Singkong". *Tesis*. Makassar: Program Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin.
- Henderson, S.M. dan Perry, R. L. 1976. *Agricultural Process Engineering Third Edition*. Westport: The Avi Publishing Company, Inc.
- Hillocks, J.R., J.M. Thresh, dan A.C. Bellotti. 2002. *Cassava: Biology, Production and Utilization*. Newyork: CABI Pub.
- Iglesias, C.A., Sanchez, T., and Yeoh, H.H. 2002. Cyanogens and Linamarase Activities in Storage Roots of Cassava Plant from Breeding Program. *Journal of Food Composition and Analysis*. Vol. 15 (4): 379-387.
- Jalaludin, S., 1978. *Cassava as Feedingstuff For Livestock*. Malang: Feedingstuff for Livestock In South East Asia.
- Kartasapoetra, A.G. 1994. *Teknologi Penanganan Pasca Panen*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Kjeldsen, P. 1999. Behaviour of cyanides in soil and groundwater: A review. *Water, air and soil pollution*. Vol. 115 (1): 279-308.
- Kumoro, A. C., Retnowati, D. S., dan Budiwati, C. S. 2011. Removal of Cyanides from Gadung (*Dioscorea hispida* Dennst.) Tuber Chips using Leaching and Steaming Techniques . *Journal of Applied Sciences Research*, Vol. 7(12): 2140- 2146, 2011 ISSN 1819-544X
- Kustyorini, T. I. W., 2006. Pengaruh Penggunaan Aditif yang Berbeda Dalam Silase Hijauan Ketela Pohon (*Manihot esculenta*, Crantz) Terhadap Kandungan HCN dan N-Amonia. *Skripsi*. Malang: Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya.
- Kyle, J. 1988. The extraction and recovery of gold, WASM Metallurgy Department. Dalam: Pitoi, M.M. Sianida: Klasifikasi, Toksisitas, Degradasi, Analisis (Studi Pustaka). *Jurnal MIPA UNSRAT Online*. Vol. 4 (1): 1-4.
- Leihner, D. 1983. *Management and evaluation of intercropping systems with cassava*. Columbia: Centro International de Agricultura Tropical Cali.
- Limsila, A., S. Tungsakul, P. Sarawat, W. Watanaronta, A. Boosing, S. Pichitport and R.H.H. Oweler. 2002. *Cassava leaf production Research in Thailand*. Thailand: Royang Field Crops Research Center.
- Luque-Almagro, V.M., Blasco, R., Martinez-Luque, M., Moreno-Vivian, C., Castillo, F. and Roldan, M.D. 2011. Bacterial cyanide degradation is

under review: *Pseudomonas pseudoalcaligenes* CECT5344, a case of an alkaliphilic cyanotroph. *Biochemical Society Transactions*. Vol. 39 (1): 269-274.

Mkpong, O.E., Yan, H., Chism, G., and Sayre, R.T. 1990. Purification Characterization, and Localization of Linamarase in Cassava. *Journal Plant Physiol*. Vol. 93 (1): 176-181.

Muchtadi, T dan Sugiyono. 1989. *Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan*. Bogor: IPB-Press.

Nambisan, B. 1999. Cassava Latex and Source as Linamarase for Determination of Linamarin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 47 (2): 372-373.

Nebiyu, Amsalu., Essublew Getachew. 2011. Soaking and Drying Of Cassava Roots Reduced Cyanogenic Potential of Three Cassava Varieties at Jimma, Southwest Ethiopia. *African Journal of Biotechnology* Vol. 10, hal. 13465-13469.

Nio, O.K. 2012. *Daftar Analisis Bahan Makanan*. Jakarta: Badan Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.

Pambayun, R. 2007. *Kiat Sukses Teknologi Pengolahan Umbi Gadung*. Yogyakarta: Ardana Media.

Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia. 2009. *Pedoman Penanganan Pasca Panen Hasil Pertanian Asal Tanaman yang Baik (Good Handling Practices)* Nomor: 44/Permentan/OT.140/10/2009. Jakarta: Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia.

Purwaningsih, Heni. 2005. *Diversifikasi produk Olahan Ubi Kayu (Manihot esculenta Crantz) di dusun Karangpoh semim Gunung Kidul*. Yogyakarta: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta.

Purwanti, S. 2005. Penekanan kadar asam sianida (HCN) kulit ubi kayu dalam potensinya sebagai pakan ternak. [Online] www.lp.uh.org. [02 November 2017].

Ravindran, V., E.T. Kornegay, and A.S.B. Rajaguru. 1987. Influence of processing methods and storage time on the cyanide potential of cassava leaf meal. *Journal of Animal Feed Science and Technology*. Vol. 17 (4): 227-234.

Richana, N. 2013. *Menggali Potensi Ubi Kayu dan Ubi Jalar*. Bandung: Penerbit Nuansa Cendikia.

- Salim, E. 2011. *Mengolah Singkong Menjadi Tepung Mocaf*. Yogyakarta: Lili Publisher.
- Santoso, B., N. Saleh, A. Munip, dan Y. Widodo. 2007. Peningkatan produktivitas ubi kayu di lahan kering melalui optimasi pengaturan pola tanam, populasi, pemupukan, dan pengendalian gulma, p. 9-23. *In: N. Saleh et al. (Eds.). Alternatif teknologi produksi ubi kayu dan ubi jalar mendukung ketahanan pangan dan agroindustri. Laporan akhir 2007*. Malang: Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian.
- Shreve B. 2002. Manajement of Nitrate and Prussic Acid in Forage Crops. *In. Proceeding, Western Alfafa and Forage Conference*. Sparks: 11-13 Dec.
- Sitorus, E. R. 1996. "Kontribusi Sianida Oleh Pabrik Tapioka PT. Bumi Sari. Pematang Siantar Terhadap Air Sungai Bah Sosopan". *Skripsi*. Medan: USU.
- Sirtunga D, Richard T, Sayre. 2003. Generation of cyanogen-free transgenic cassava. *Planta*. 217: 367–373.
- Smith, A. and Mudder, T. 1991. *The Chemistry and Treatment of Cyanidation Waste*. London: Mining Journal Books Ltd.
- Soetrisno, D. Dan S. Keman. 1981. Nilai Makanan Hijauan Segar Ketela Pohon untuk Ternak Sapi dan Kerbau. *Proceedings Seminar Penelitian Peternakan*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan.
- Sridhar, K. R., dan S. Seena. 2006. Nutritional and Antinutritional Significance of Four Unconventional Legumes of The Genus *Canavalia* –A Comparative Study. *Journal of Food Chemistry* 99 : 267-288.
- Sudarmadji, S., Haryono B., dan Suhardi. 1997. *Prosedur Analisa Bahan Makanan Dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty.
- Sudaryanto, B., Y.C. Raharjo dan M. Rangkuti. 1984. Pengaruh beberapa hijauan terhadap performans kelinci di pedesaan. *Ilmu dan Peternakan Vol 1 (7) : 260 - 261*.
- Suharto. 1991. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Suprapti, L. 2005. *Tepung Tapioka Pembuatan dan Pemanfaatannya*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Supriyadi, D., 2003. Pengaruh Perlakuan Fisik Terhadap Kandungan Asam Sianida Helai Daun Ubi Kayu Varietas Adira 4 (*Manihot utilisima*, Crantz). *Skripsi*. Malang: Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya.

- Tjokroadikoesoemo, P.S. 1986. *HFS dan Industri Ubi Kayu Lainnya*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Winarno, F.G. 1992. *Rebung, Teknologi Produksi dan Pengolahan*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- Winarno, F.G. 2004. *Kimia pangan dan Gizi*. Jakarta : Gramedia Pustaka.
- Yeoh, H.H., and S.V. Egan. 1997. An enzymebased Dip-stick for The estimation of Cyanogenic Potential of Cassava Flour. *Journal of Food Chemistry*. Vol. 60 (1): 119-122.
- Yuningsih. 1999. Pengaruh Cara dan Lama Penyimpanan terhadap Penurunan Kandungan Sianida pada Daun Singkong. *Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner 1999*.
- Yuningsih. 2009. Perlakuan penurunan kandungan sianida ubi kayu untuk pakan ternak. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. Vol. 28(1): 58-61.

LAMPIRAN

Lampiran A. Perhitungan *Wet Basis*

A.1. Kadar Air

A.1.1. Kadar Air Pelakuan Segar

Kode sampel	Ulangan	Kadar air (%)	Rata-rata	SD
A1B1C0	U1	69,2798	69,0396	0,3397
	U2	68,7994		
A1B2C0	U1	80,8597	81,5999	1,0468
	U2	82,3401		
A1B3C0	U1	66,3626	61,4449	6,9547
	U2	56,5272		
A1B4C0	U1	81,0123	78,0073	4,2496
	U2	75,0024		
A2B1C0	U1	68,2499	69,1045	1,2087
	U2	69,9592		
A2B2C0	U1	80,8824	81,1613	0,3944
	U2	81,4402		
A2B3C0	U1	66,8876	61,1824	8,0683
	U2	55,4773		
A2B4C0	U1	81,5209	79,3308	3,0973
	U2	77,1406		

A.1.2. Kadar Air Pelakuan Pelayuan

Kode sampel	Ulangan	Kadar air (%)	Rata-rata	SD
A1B1C1	U1	34,5928	34,7449	0,2151
	U2	34,8970		
A1B2C1	U1	44,5522	43,9467	0,8563
	U2	43,3412		
A1B3C1	U1	28,6000	29,1013	0,7089
	U2	29,6026		
A1B4C1	U1	39,0013	40,3953	1,9714
	U2	41,7892		
A2B1C1	U1	34,3732	35,6533	1,8104
	U2	36,9334		
A2B2C1	U1	45,4443	44,5261	1,2985
	U2	43,6079		
A2B3C1	U1	31,2846	32,5921	1,8490
	U2	33,8995		
A2B4C1	U1	41,9165	40,7460	1,6553
	U2	39,5756		

A.1.3. Kadar Air Pelakuan Pengeringan

Kode sampel	Ulangan	Kadar air (%)	Rata-rata	SD
A1B1C2	U1	6,0097	5,4412	0,8040
	U2	4,8727		
A1B2C2	U1	17,4025	18,3670	1,3640
	U2	19,3314		
A1B3C2	U1	9,5028	8,9754	0,7459
	U2	8,4480		
A1B4C2	U1	7,9074	7,3802	0,7455
	U2	6,8531		
A2B1C2	U1	7,0987	6,6298	0,6631
	U2	6,1609		
A2B2C2	U1	14,7160	15,5933	1,2407
	U2	16,4706		
A2B3C2	U1	8,3357	6,8490	2,1025
	U2	5,3623		
A2B4C2	U1	11,4721	11,4143	0,0818
	U2	11,3564		

A.2. Kadar Abu

A.2.1. Kadar Abu Pelakuan Segar

Kode sampel	Ulangan	Kadar abu (%)	Rata-rata	SD
A1B1C0	U1	1,1264	1,6027	0,6736
	U2	2,0791		
A1B2C0	U1	0,0734	0,6799	0,8578
	U2	1,2865		
A1B3C0	U1	1,6150	1,1514	0,6556
	U2	0,6879		
A1B4C0	U1	0,0184	0,4940	0,6725
	U2	0,9695		
A2B1C0	U1	0,1960	0,6207	0,6006
	U2	1,0453		
A2B2C0	U1	0,2085	0,8470	0,9030
	U2	1,4856		
A2B3C0	U1	0,2602	0,4099	0,2117
	U2	0,5596		
A2B4C0	U1	0,0939	0,5555	0,6528
	U2	1,0171		

A.3. Kadar Lemak

A.3.1. Kadar Lemak Pelakuan Segar

Kode sampel	Ulangan	Kadar lemak (%)	Rata-rata	SD
A1B1C0	U1	2,3008	2,5578	0,3634
	U2	2,8147		
A1B2C0	U1	0,0148	0,0737	0,0832
	U2	0,1325		
A1B3C0	U1	1,0124	0,5287	0,6841
	U2	0,0450		
A1B4C0	U1	0,6368	0,8551	0,3089
	U2	1,0735		
A2B1C0	U1	2,5280	2,8086	0,3968
	U2	3,0892		
A2B2C0	U1	0,1182	0,0740	0,0625
	U2	0,0297		
A2B3C0	U1	0,0560	1,0198	1,3631
	U2	1,9837		
A2B4C0	U1	0,4798	0,4926	0,0181
	U2	0,5054		

A.4. Kadar Protein**A.4.1. Kadar Protein Pelakuan Segar**

Kode sampel	Ulangan	Kadar protein (%)	Rata-rata	SD
A1B1C0	U1	1,0771	1,0946	0,0248
	U2	1,1121		
A1B2C0	U1	1,2305	1,2708	0,0570
	U2	1,3111		
A1B3C0	U1	1,2487	1,2277	0,0297
	U2	1,2067		
A1B4C0	U1	1,3057	1,4290	0,1743
	U2	1,5523		
A2B1C0	U1	1,2760	1,1890	0,1230
	U2	1,1020		
A2B2C0	U1	1,4435	1,3738	0,0986
	U2	1,3041		
A2B3C0	U1	1,3089	1,2705	0,0543
	U2	1,2321		
A2B4C0	U1	1,4989	1,4271	0,1016
	U2	1,3553		

A.4.2. Kadar Protein Perlakuan Pelayuan

Kode sampel	Ulangan	Kadar protein (%)	Rata-rata	SD
A1B1C1	U1	0,2337	0,2487	0,0212
	U2	0,2637		
A1B2C1	U1	0,1481	0,1451	0,0043
	U2	0,1420		
A1B3C1	U1	0,1723	0,2017	0,0416
	U2	0,2312		
A1B4C1	U1	0,3485	0,2476	0,1427
	U2	0,1468		
A2B1C1	U1	0,2260	0,2207	0,0076
	U2	0,2153		
A2B2C1	U1	0,1470	0,1702	0,0328
	U2	0,1934		
A2B3C1	U1	0,1156	0,1156	0,0001
	U2	0,1157		
A2B4C1	U1	0,1296	0,1706	0,0580
	U2	0,2116		

A.4.3. Kadar Protein Perlakuan Pengeringan

Kode sampel	Ulangan	Kadar protein (%)	Rata-rata	SD
A1B1C2	U1	0,0703	0,1142	0,0621
	U2	0,1581		
A1B2C2	U1	0,0647	0,0630	0,0023
	U2	0,0614		
A1B3C2	U1	0,0575	0,1043	0,0662
	U2	0,1511		
A1B4C2	U1	0,1125	0,1114	0,0015
	U2	0,1103		
A2B1C2	U1	0,2305	0,1831	0,0670
	U2	0,1357		
A2B2C2	U1	0,0735	0,0748	0,0019
	U2	0,0762		
A2B3C2	U1	0,1086	0,1328	0,0342
	U2	0,1570		
A2B4C2	U1	0,0624	0,0634	0,0015
	U2	0,0645		

A.5. Kadar Karbohidrat**A.5.1. Kadar Karbohidrat Pelakuan Segar**

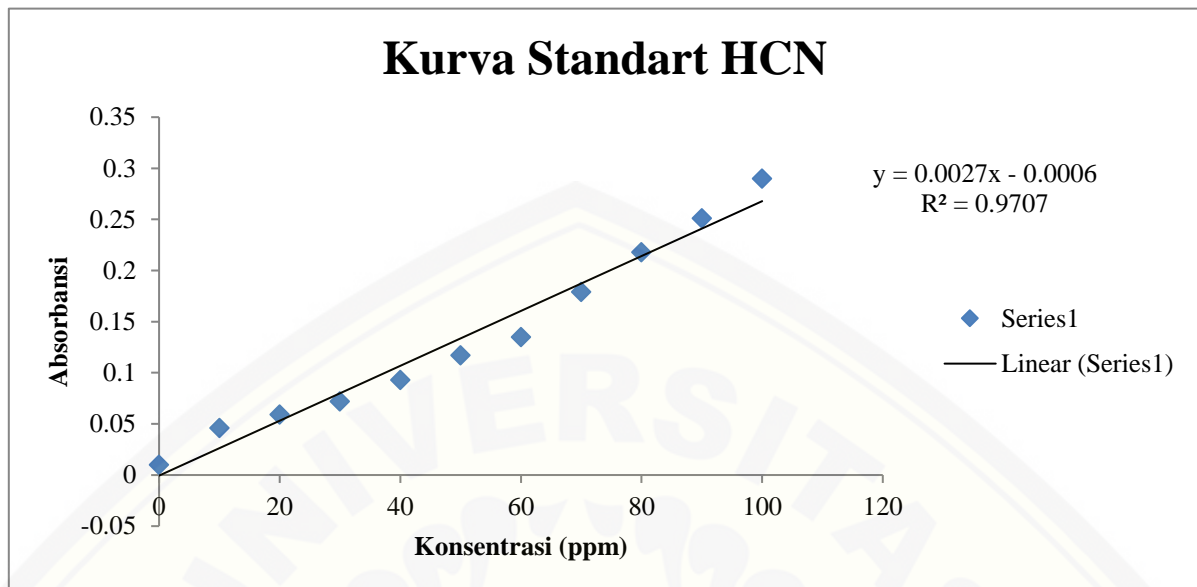
Kode sampel	Ulangan	Kadar karbohidrat (%)	Rata-rata	SD
A1B1C0	U1	26,2159	26,6997	0,7302
	U2	25,1947		
A1B2C0	U1	17,8216	17,5401	2,0513
	U2	14,9299		
A1B3C0	U1	29,7613	36,7720	8,3450
	U2	41,5332		
A1B4C0	U1	17,0268	20,5395	3,3057
	U2	21,4022		
A2B1C0	U1	27,7501	27,3695	2,2426
	U2	24,8042		
A2B2C0	U1	17,3475	17,7863	1,2167
	U2	15,7404		
A2B3C0	U1	31,4873	37,2830	6,4481
	U2	40,7473		
A2B4C0	U1	16,4065	19,4968	2,5064
	U2	19,9816		

A.6. Kadar Serat**A.6.1. Kadar Serat Perlakuan Segar**

Kode sampel	Ulangan	Kadar serat (%)	Rata-rata	SD
A1B1C0	U1	22,3827	22,3014	0,1150
	U2	22,2201		
A1B2C0	U1	24,9696	25,0339	0,0909
	U2	25,0981		
A1B3C0	U1	5,8656	5,4380	0,6048
	U2	5,0103		
A1B4C0	U1	21,1807	20,6267	0,7835
	U2	20,0727		
A2B1C0	U1	21,3089	22,5986	1,8239
	U2	23,8883		
A2B2C0	U1	24,2305	23,3334	1,2687
	U2	22,4362		
A2B3C0	U1	3,9733	4,1350	0,2287
	U2	4,2967		
A2B4C0	U1	18,0571	19,0226	1,3655
	U2	19,9882		

A.7. Kadar Asam Sianida**A.7.1 Kurva Standart Asam Sianida**

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0,010
10	0,046
20	0,059
30	0,072
40	0,093
50	0,117
60	0,135
70	0,179
80	0,218
90	0,251
100	0,290



A.7.2. Kadar Asam Sianida Pelakuan Segar

Kode sampel	Ulangan	Kadar HCN (ppm)	Rata-rata	Rata-rata	SD
A1B1C0	U1	37,6296 37,6296	37,6296	35,5926	2,3522
	U2	33,5556 33,5556	33,5556		
A1B2C0	U1	49,8519 49,8519	49,8519	50,2222	0,4277
	U2	50,5926 50,5926	50,5926		
A1B3C0	U1	32,8148 32,8148	32,8148	34,1111	1,4968
	U2	35,4074 35,4074	35,4074		
A1B4C0	U1	46,5185 46,5185	46,5185	41,5185	5,7735
	U2	36,5185 36,5185	36,5185		
A2B1C0	U1	78,0000 78,0000	78,0000	67,0741	12,6162
	U2	56,1481 56,1481	56,1481		
A2B2C0	U1	44,2963 44,2963	44,2963	47,8148	4,0628
	U2	51,3333 51,3333	51,3333		
A2B3C0	U1	44,6667 44,6667	44,6667	41,1481	4,0628
	U2	37,6296 37,6296	37,6296		
A2B4C0	U1	42,8148 42,8148	42,8148	48,1852	6,2012
	U2	53,5556 53,5556	53,5556		

A.7.3. Kadar Asam Sianida Perlakuan Pelayuan

Kode sampel	Ulangan	Kadar HCN (ppm)	Rata-rata	Rata-rata	SD
A1B1C1	U1	12,0741 11,7037	11,8889	12,1667	0,3546
	U2	12,4444 12,4444	12,4444		
A1B2C1	U1	12,8148 12,8148	12,8148	13,0000	0,3704
	U2	12,8148 13,5556	13,1852		
A1B3C1	U1	10,9630 10,9630	10,9630	11,8889	1,0692
	U2	12,8148 12,8148	12,8148		
A1B4C1	U1	10,9630 10,9630	10,9630	12,1667	1,3981
	U2	13,5556 13,1852	13,3704		
A2B1C1	U1	11,7037 12,0741	11,8889	13,0000	1,3007
	U2	13,9259 14,2963	14,1111		
A2B2C1	U1	11,3333 11,3333	11,3333	11,5185	0,2138
	U2	11,7037 11,7037	11,7037		
A2B3C1	U1	10,5926 10,5926	10,5926	12,9074	2,6772
	U2	15,4074 15,0370	15,2222		
A2B4C1	U1	14,2963 14,2963	14,2963	14,1111	0,2138
	U2	13,9259 13,9259	13,9259		

A.7.4. Kadar Asam Sianida Perlakuan Pengeringan

Kode sampel	Ulangan	Kadar HCN (ppm)	Rata-rata	Rata-rata	SD
A1B1C2	U1	9,1111 9,4815	9,2963	9,9444	0,7635
	U2	10,5926 10,5926	10,5926		
A1B2C2	U1	9,8519 9,8519	9,8519	9,1111	0,8553
	U2	8,3704 8,3704	8,3704		
A1B3C2	U1	10,9630 10,9630	10,9630	9,8519	1,2830
	U2	8,7407 8,7407	8,7407		
A1B4C2	U1	9,4815 9,4815	9,4815	9,6667	0,2138
	U2	9,8519 9,8519	9,8519		
A2B1C2	U1	8,7407 9,1111	8,9259	9,0185	0,1852
	U2	9,1111 9,1111	9,1111		
A2B2C2	U1	9,1111 9,1111	9,1111	8,2778	0,9741
	U2	7,6296 7,2593	7,4444		
A2B3C2	U1	8,0000 8,0000	8,0000	8,7407	0,8553
	U2	9,4815 9,4815	9,4815		
A2B4C2	U1	8,7407 8,3704	8,5556	8,7407	0,3024
	U2	8,7407 9,1111	8,9259		

Lampiran B. Perhitungan *Dry Basis***B.1.** Kadar Air**B.1.1.** Kadar Air Pelakuan Segar

Kode sampel	Ulangan	Kadar air (%)	Rata-rata	SD
A1B1C0	U1	225,5184	223,0124	3,5441
	U2	220,5063		
A1B2C0	U1	422,4578	444,3557	30,9682
	U2	466,2535		
A1B3C0	U1	197,2879	163,6585	47,5593
	U2	130,0290		
A1B4C0	U1	426,6554	363,3465	89,5323
	U2	300,0377		
A2B1C0	U1	214,9592	223,9200	12,6725
	U2	232,8808		
A2B2C0	U1	423,0769	430,9374	11,1165
	U2	438,7980		
A2B3C0	U1	202,0017	163,3030	54,7282
	U2	124,6043		
A2B4C0	U1	441,1522	389,3049	73,3230
	U2	337,4577		

B.1.2. Kadar Air Pelakuan Pelayuan

Kode sampel	Ulangan	Kadar air (%)	Rata-rata	SD
A1B1C1	U1	52,8883	53,2455	0,5052
	U2	53,6027		
A1B2C1	U1	80,3498	78,4225	2,7257
	U2	76,4951		
A1B3C1	U1	40,0560	41,0533	1,4104
	U2	42,0506		
A1B4C1	U1	63,9379	67,8637	5,5519
	U2	71,7895		
A2B1C1	U1	52,3767	55,4696	4,3741
	U2	58,5626		
A2B2C1	U1	83,2988	80,3143	4,2207
	U2	77,3298		
A2B3C1	U1	45,5279	48,4063	4,0707
	U2	51,2847		
A2B4C1	U1	72,1658	68,8309	4,7163
	U2	65,4960		

B.1.3. Kadar Air Pelakuan Pengeringan

Kode sampel	Ulangan	Kadar air (%)	Rata-rata	SD
A1B1C2	U1	6,3940	5,7582	0,8992
	U2	5,1223		
A1B2C2	U1	21,0690	22,5165	2,0471
	U2	23,9640		
A1B3C2	U1	10,5007	9,8641	0,9003
	U2	9,2275		
A1B4C2	U1	8,5863	7,9718	0,8691
	U2	7,3573		
A2B1C2	U1	7,6411	7,1033	0,7606
	U2	6,5654		
A2B2C2	U1	17,2553	18,4868	1,7416
	U2	19,7183		
A2B3C2	U1	9,0938	7,3800	2,4237
	U2	5,6662		
A2B4C2	U1	12,9588	12,8851	0,1043
	U2	12,8113		

B.2. Kadar Abu**B.2.1. Kadar Abu Pelakuan Segar**

Kode sampel	Ulangan	Kadar abu (%)	Rata-rata	SD
A1B1C0	U1	3,6668	5,1651	2,1190
	U2	6,6635		
A1B2C0	U1	0,3835	3,8341	4,8798
	U2	7,2846		
A1B3C0	U1	4,8011	3,1917	2,2760
	U2	1,5823		
A1B4C0	U1	0,0971	1,9879	2,6739
	U2	3,8786		
A2B1C0	U1	0,6172	2,0485	2,0242
	U2	3,4798		
A2B2C0	U1	1,0905	4,5474	4,8888
	U2	8,0043		
A2B3C0	U1	0,7857	1,0213	0,3332
	U2	1,2569		
A2B4C0	U1	0,5081	2,4787	2,7868
	U2	4,4492		

B.3. Kadar Lemak**B.3.1. Kadar Lemak Pelakuan Segar**

Kode sampel	Ulangan	Kadar lemak (%)	Rata-rata	SD
A1B1C0	U1	7,4897	8,2555	1,0830
	U2	9,0213		
A1B2C0	U1	0,0775	0,4139	0,4757
	U2	0,7502		
A1B3C0	U1	3,0099	1,5567	2,0551
	U2	0,1035		
A1B4C0	U1	3,3535	3,8240	0,6654
	U2	4,2946		
A2B1C0	U1	7,9623	9,1228	1,6412
	U2	10,2833		
A2B2C0	U1	0,6181	0,3892	0,3238
	U2	0,1602		
A2B3C0	U1	0,1692	2,3123	3,0308
	U2	4,4554		
A2B4C0	U1	2,5962	2,4036	0,2725
	U2	2,2109		

B.4. Kadar Protein**B.4.1. Kadar Protein Pelakuan Segar**

Kode sampel	Ulangan	Kadar protein (%)	Rata-rata	SD
A1B1C0	U1	3,5060	3,5353	0,0413
	U2	3,5645		
A1B2C0	U1	6,4288	6,9264	0,7037
	U2	7,4240		
A1B3C0	U1	3,7123	3,2440	0,6623
	U2	2,7757		
A1B4C0	U1	6,8768	6,5433	0,4716
	U2	6,2098		
A2B1C0	U1	4,0190	3,8437	0,2479
	U2	3,6684		
A2B2C0	U1	7,5508	7,2885	0,3709
	U2	7,0263		
A2B3C0	U1	3,9529	3,3601	0,8382
	U2	2,7674		
A2B4C0	U1	8,1114	7,0200	1,5434
	U2	5,9287		

B.4.2. Kadar Protein Perlakuan Pelayuan

Kode sampel	Ulangan	Kadar protein (%)	Rata-rata	SD
A1B1C1	U1	0,3573	0,3812	0,0338
	U2	0,4051		
A1B2C1	U1	0,2672	0,2589	0,0117
	U2	0,2506		
A1B3C1	U1	0,2414	0,2849	0,0615
	U2	0,3284		
A1B4C1	U1	0,5714	0,4118	0,2257
	U2	0,2521		
A2B1C1	U1	0,3444	0,3429	0,0022
	U2	0,3414		
A2B2C1	U1	0,2695	0,3062	0,0520
	U2	0,3430		
A2B3C1	U1	0,1682	0,1716	0,0048
	U2	0,1750		
A2B4C1	U1	0,2231	0,2867	0,0899
	U2	0,3503		

B.4.3. Kadar Protein Perlakuan Pengeringan

Kode sampel	Ulangan	Kadar protein (%)	Rata-rata	SD
A1B1C2	U1	0,2486	0,2629	0,0202
	U2	0,2772		
A1B2C2	U1	0,1794	0,1777	0,0023
	U2	0,1760		
A1B3C2	U1	0,1904	0,2215	0,0439
	U2	0,2525		
A1B4C2	U1	0,3785	0,2680	0,1562
	U2	0,1576		
A2B1C2	U1	0,2433	0,2364	0,0098
	U2	0,2294		
A2B2C2	U1	0,1724	0,2020	0,0418
	U2	0,2315		
A2B3C2	U1	0,1261	0,1241	0,0027
	U2	0,1222		
A2B4C2	U1	0,1464	0,1926	0,0653
	U2	0,2388		

B.5. Kadar Karbohidrat**B.5.1. Kadar Karbohidrat Pelakuan Segar**

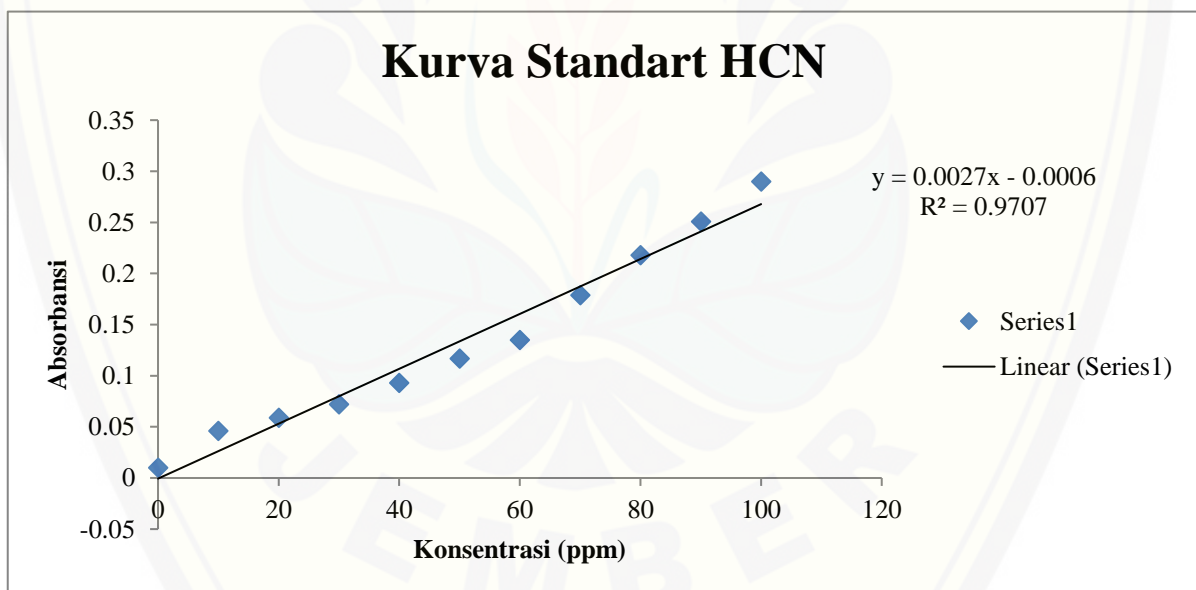
Kode sampel	Ulangan	Kadar karbohidrat (%)	Rata-rata	SD
A1B1C0	U1	85,3375	83,0441	3,2433
	U2	80,7507		
A1B2C0	U1	93,1102	88,8257	6,0592
	U2	84,5412		
A1B3C0	U1	88,4767	92,0076	4,9934
	U2	95,5384		
A1B4C0	U1	89,6726	87,6448	2,8677
	U2	85,6171		
A2B1C0	U1	87,4015	84,9850	3,4175
	U2	82,5685		
A2B2C0	U1	90,7406	87,7749	4,1941
	U2	84,8092		
A2B3C0	U1	95,0923	93,3062	2,5258
	U2	91,5202		
A2B4C0	U1	88,7843	88,0977	0,9710
	U2	87,4111		

B.6. Kadar Serat**B.6.1. Kadar Serat Perlakuan Segar**

Kode sampel	Ulangan	Kadar serat (%)	Rata-rata	SD
A1B1C0	U1	44,3669	43,9265	0,6229
	U2	43,4860		
A1B2C0	U1	75,0499	78,1898	4,4405
	U2	81,3297		
A1B3C0	U1	41,0116	36,3781	6,5527
	U2	31,7446		
A1B4C0	U1	73,7034	64,8750	12,4853
	U2	56,0465		
A2B1C0	U1	37,5374	39,0065	2,0776
	U2	40,4756		
A2B2C0	U1	67,8944	68,8161	1,3035
	U2	69,7377		
A2B3C0	U1	42,8323	37,0332	8,2012
	U2	31,2341		
A2B4C0	U1	82,1102	69,6904	17,5642
	U2	57,2706		

B.7. Kadar Asam Sianida**B.7.1. Kurva Standart Asam Sianida**

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0,010
10	0,046
20	0,059
30	0,072
40	0,093
50	0,117
60	0,135
70	0,179
80	0,218
90	0,251
100	0,290



B.7.2. Kadar Asam Sianida Pelakuan Segar

Kode sampel	Ulangan	Kadar HCN (ppm)	Rata-rata	SD
A1B1C0	U1	122,4914	115,0195	10,5668
	U2	107,5477		
A1B2C0	U1	260,4549	273,4686	18,4042
	U2	286,4823		
A1B3C0	U1	97,5545	89,5009	11,3895
	U2	81,4473		
A1B4C0	U1	244,9923	195,5401	69,9360
	U2	146,0878		
A2B1C0	U1	245,6681	216,2873	41,5508
	U2	186,9064		
A2B2C0	U1	231,7037	254,1433	31,7344
	U2	276,5830		
A2B3C0	U1	134,8941	109,7059	35,6214
	U2	84,5178		
A2B4C0	U1	231,6933	232,9881	1,8311
	U2	234,2829		


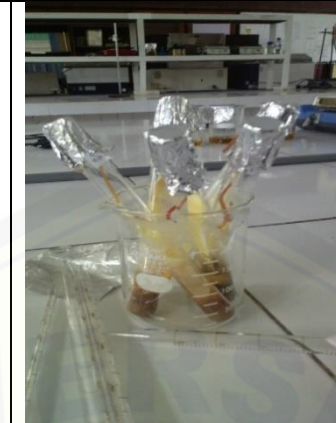



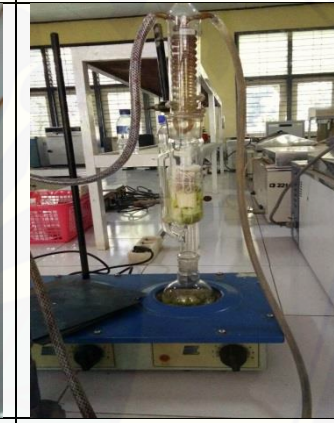



B.7.3. Kadar Asam Sianida Perlakuan Pelayuan

Kode sampel	Ulangan	Kadar HCN (ppm)	Rata-rata	SD
A1B1C1	U1	18,1767	18,6459	0,6635
	U2	19,1150		
A1B2C1	U1	23,1115	23,1914	0,1129
	U2	23,2712		
A1B3C1	U1	15,3543	16,7789	2,0147
	U2	18,2035		
A1B4C1	U1	17,9725	20,4707	3,5330
	U2	22,9689		
A2B1C1	U1	18,1159	20,2454	3,0116
	U2	22,3749		
A2B2C1	U1	20,7739	20,7640	0,0139
	U2	20,7542		
A2B3C1	U1	15,4152	19,2220	5,3837
	U2	23,0289		
A2B4C1	U1	24,6133	23,8301	1,1077
	U2	23,0468		



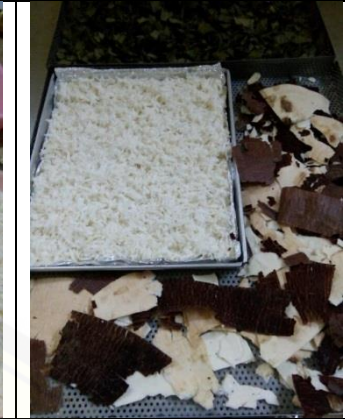

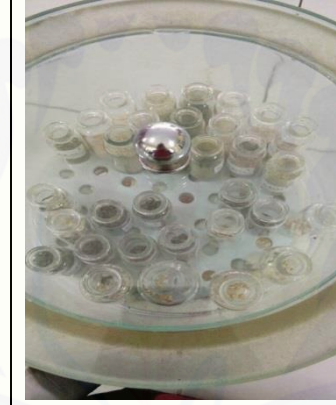




B.7.4. Kadar Asam Sianida Perlakuan Pengeringan

Kode sampel	Ulangan	Kadar HCN (ppm)	Rata-rata	SD
A1B1C2	U1	9,8907	10,5129	0,8800
	U2	11,1352		
A1B2C2	U1	11,9275	11,1519	1,0969
	U2	10,3762		
A1B3C2	U1	12,1141	10,8307	1,8150
	U2	9,5473		
A1B4C2	U1	10,2956	10,4361	0,1988
	U2	10,5767		
A2B1C2	U1	9,6080	9,6586	0,0717
	U2	9,7093		
A2B2C2	U1	10,6833	9,7978	1,2522
	U2	8,9124		
A2B3C2	U1	8,7275	9,3731	0,9130
	U2	10,0187		
A2B4C2	U1	9,6643	9,8669	0,2865
	U2	10,0695		

Lampiran C. Dokumentasi Penelitian

		
<p>Pembuatan kertas pikrat</p>	<p>Proses pemasangan kertas pikrat analisis asam sianida</p>	<p>Proses pendiaman analisis asam sianida</p>
		
<p>Pemisahan filtrat analisis asam sianida</p>	<p>Hasil analisis asam sianida</p>	<p>Proses ekstraksi analisis kadar lemak</p>
		
<p>Proses ekstraksi analisis kadar lemak</p>	<p>Hasil analisis kadar lemak</p>	<p>Hasil analisis kadar lemak</p>

		
<p>Hasil analisis kadar protein</p>	<p>Proses pemanasan analisis kadar serat kasar</p>	<p>Proses pemanasan setelah ditambah NaOH analisis kadar serat kasar</p>
		
<p>Proses penyaringan analisis kadar serat kasar</p>	<p>Residu analisis kadar serat kasar</p>	<p>Sampel analisis pengabuan</p>
		
<p>Pengabuan dalam tanur</p>	<p>Proses analisis kadar abu</p>	<p>Hasil analisis kadar abu</p>

		
<p>Pengecilan ukuran sampel</p>	<p>Sampel yang telah dilakukan pengecilan ukuran</p>	<p>Sampel yang telah dilakukan pengecilan ukuran</p>
		
<p>Pengovenan sampe analisis kadar air</p>	<p>Proses eksikator analisis kadar air</p>	<p>Pengukuran kadar air sampai konstan</p>
		
<p>Perendaman kertas whatman dalam asam pikrat 1%</p>	<p>Perendaman kertas whatman dalam na-karbonat 10%</p>	<p>Sampel pelayuan</p>

