

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2. 1 Telaah Pustaka

2.1.1 Tanaman Singkong

1. Tanaman Singkong



(a)



(b)

**Gambar 2. 1 Tanaman Singkong (*Manihot esculenta*)
(Dokumentasi Pribadi, 2024)
(a) Tanaman, (b) Daun**

Singkong (*Manihot esculenta*) merupakan tanaman pangan yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Singkong merupakan tanaman perdu dengan tinggi 2-7 meter, sedikit bercabang atau tidak bercabang, dan memiliki daun berbentuk cembung. Umbi singkong berukuran besar, berbentuk panjang, dan berkulit cokelat tua. Singkong dapat tumbuh di berbagai ketinggian mulai dari 5 hingga 1.300 meter di atas permukaan laut (Saidi dkk., 2021). Syarat tumbuh tanaman singkong yaitu suhu udara minimal sekitar 10°C, apabila di bawah 10°C maka akan menyebabkan pertumbuhan

tanaman sedikit terhambat. Kelembaban udara yang optimal untuk singkong antara 60-65%. Tanah yang paling sesuai untuk singkong yaitu tanah yang bertekstur remah, gembur, tidak terlalu poros dan kaya akan bahan organik. Jenis tanah yang cocok untuk singkong adalah jenis aluvial latosol, podsolik merah kuning, grumusol, dan andosol. Derajat keasaman (pH) tanah yang sesuai untuk budidaya singkong berkisar antara 4,5-8,0 dengan pH ideal 5,8 (Jamil, 2017).

2. Taksonomi Tanaman Singkong

Taksonomi tanaman singkong menurut Tuhenay, (2018) sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub Divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Euphorbiales
Famili	: Euphorbiaceae
Genus	: Manihot
Spesies	: <i>Manihot esculenta Crantz</i>

3. Morfologi Tanaman Singkong

Singkong memiliki daun berwarna hijau dengan susunan tulang daun berbentuk menjari dan tangkai daun pendek sekitar 3-5 cm. Batangnya berbentuk silinder dengan diameter 2,5-4 cm dan dapat tumbuh setinggi 1-4 meter. Batang singkong umumnya berwarna

hijau, namun seiring bertambahnya usia, warnanya berubah menjadi putih keabu-abuan, hijau keabu-abuan, atau coklat keabu-abuan. Bagian akar singkong membesar membentuk umbi yang panjangnya bisa mencapai 50-80 cm, dengan sumbu di tengahnya yang berfungsi sebagai pengantar hasil fotosintesis dari daun ke akar. Umbi singkong terdiri dari tiga lapisan: kulit luar berwarna coklat, kulit dalam berwarna putih kekuningan, dan daging umbi yang berwarna putih atau putih kekuningan. Di antara kulit luar dan dalam terdapat jaringan kambium yang memungkinkan umbi untuk tumbuh lebih besar (Kurnia & Marwatoen, 2013).

4. Kandungan Singkong

Secara umum kandungan zat dalam tanaman singkong yaitu karbohidrat, fosfor, kalsium, vitamin C, protein, zat besi, dan vitamin B1 (Rumayar dkk., 2012). Kadar kandungan gizi pada singkong tergantung pada umur singkong, dimana kandungan yang diperoleh pada 7 bulan yaitu kadar air 66,20%, lemak kasar 0,83%, protein kasar 2,45%, serat kasar 0,73%, kadar abu 0,66%, dan karbohidrat 29,17%. Singkong yang berumur 12 bulan atau satu tahun di peroleh kadar air 53,99%, lemak kasar 1,00%, protein kasar 1,88%, serat kasar 0,57%, kadar abu 0,69%, dan karbohidrat 46,87% (Feliana dkk., 2014).

Selain mengandung gizi dan karbohidrat singkong juga mengandung senyawa glikosida sianogenik yang bersifat toksik dan

dapat membentuk asam sianida (Nasution, 2019). Glikosida sianogenik mengandung racun asam sianida yang bersifat toksik apabila daun singkong mengalami luka irisan atau goresan maka glikosida sianogenik terhidrolisis menjadi asam sianida (Dwijayanti dkk., 2022). Zat toksik yang dapat membahayakan tubuh dengan kadar kecil sekalipun (Nurhidayanti, 2020).

Tabel 2. 1 Kandungan Tanaman Singkong (Nasution, 2019).

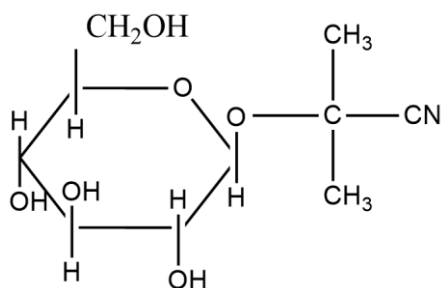
Komponen	Kadar
Energi	157 kal
Air	60 g
Protein	0,8 g
Lemak	0,3 g
Karbohidrat	37,9 g
Kalsium	33 g
Fosfor	40 g
Besi	0,7 g
Vitamin A	385 SI
Vitamin B1	0,06 mg
Vitamin C	30 mg

5. Glikosida Sianogenik pada Tanaman Singkong

Sianida pada tanaman singkong termasuk dalam kelompok glikosida sianogenik, yang terdiri atas 93% linamarin dan 7% lotaustralin. Linamarin ditemukan di seluruh bagian tanaman, dengan konsentrasi tertinggi pada akar dan daun (Kurniawan, 2010). Kandungan sianida pada daun singkong sebesar 551,628 ppm, sedangkan pada umbi singkong kandungan sianida sebesar 306,108 ppm (Kusumawardhani dkk., 2015). Apabila singkong mentah atau singkong yang dimasak secara tidak sempurna dikonsumsi, senyawa

glikosida sianogenik dapat berubah menjadi hidrogen sianida, yang bersifat toksik (Kurniawan, 2010).

Glikosida sianogenik merupakan senyawa hidrokarbon yang mengandung gugus CN dan gula. Senyawa ini ditemukan dalam bahan makanan yang berasal dari tumbuhan dan berpotensi sangat beracun karena dapat terurai dan melepaskan hidrogen sianida. (Kurnia & Marwatoen, 2013).



Gambar 2. 2 Struktur Molekul Linamarin
(Sumber pribadi)

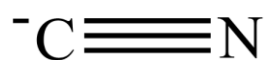
Metabolisme linamarin oleh enzim β -glukosidase (linamarase) menghasilkan gula keton dan sianida. Sianida yang dihasilkan dari proses ini bertindak sebagai agen sitotoksik, yang dapat membunuh sel dengan cara menghambat sitokrom oksidase dalam rantai transport elektron di mitokondria sel kanker (Saidu, 2004).

2.1.2 Sianida

1. Definisi Sianida

Sianida merupakan senyawa kimia dari kelompok siano. Sianida mengandung 3 atom karbon yang berikatan dengan nitrogen ($C\equiv N$) disebut sianogen yang mampu membentuk pigmen berwarna biru (Attahdaniel dkk., 2013). Senyawa ini

dapat terbentuk secara alami maupun dihasilkan secara sintetis oleh manusia, dan memiliki sifat racun yang sangat kuat serta bereaksi dengan cepat. Contoh senyawa sianida adalah HCN (hidrogen sianida) dan KCN (kalium sianida). Hidrogen sianida adalah gas yang tidak berasa dan memiliki bau khas yang mirip dengan aroma almond pahit. Kalium sianida berbentuk serbuk putih dan memiliki aroma yang menyerupai bau almond (Putu dkk., 2017).



Gambar 2. 3 Struktur Sianida (Muderawan dkk., 2023)

2. Karakteristik Sianida

Sianida dalam bentuk hidrogen sianida (HCN), sering disebut asam biru karena dalam konsentrasi tinggi memiliki warna kebiruan. Hidrogen sianida dalam bentuk cair disebut asam prussit atau asam hidrosianik. HCN bersifat volatil, mudah mendidih, memiliki bau menyengat seperti asam pada umumnya, rasa pahit, dan mudah terbakar. Asam sianida memiliki titik didih sedikit di atas suhu kamar, yaitu sekitar 26°C. HCN juga sangat larut dalam air, sehingga sering digunakan sebagai racun (Lumbantobing dkk., 2020). Natrium sianida dan kalium sianida berbentuk bubuk putih dengan bau

yang menyerupai almond (Putu dkk., 2017). Karakteristik sianida dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Karakteristik Sianida (Lingga, 2023).

Jenis	Rumus Molekul	Masa molekul relatif	Titik didih (°C)	Kelarutan
Hidrogen sianida	HCN	27,03	25,6	Bercampur dengan air, larut dalam alkohol (Lumbantobing dkk., 2020).
Natrium sianida	NaCN	49,02	1.497	Larut dalam air, agak larut dalam alkohol (Muyassaroh & Salami, 2020).
Kalium sianida	KCN	65,11	1.625	Larut dalam air, agak larut dalam alkohol (Lingga, 2023).
Kalsium sianida	Ca(CN) ₂	92,12	1.150	Larut dalam air, agak larut dalam alkohol (Hairuddin, 2013).
Tembaga (I) sianida	CuCN	89,56	-	Tidak larut dalam air (Purwanto, 2022).
Sianogen	NCCN	52,04	21,17	Larut dalam air, alkohol dan eter (Lingga, 2023).
Natrium ferosianida	Na ₄ Fe(CN) ₆	303,91	435	Larut dalam air (Younes dkk., 2018).

3. Toksisitas Sianida

Senyawa ini bersifat toksik dan merupakan jenis racun yang paling cepat aktif dalam tubuh sehingga dapat menyebabkan kematian dalam waktu beberapa menit (Yuningsih, 2012). Sianida sangat mematikan karena berdifusi dengan cepat dalam jaringan dan dapat mengikat organ target dalam hitungan detik. Sianida dapat mengikat dan menonaktifkan berbagai enzim, terutama enzim yang mengandung besi dalam bentuk Fe^{3+} dan kobalt (Putu dkk., 2017). Tubuh manusia memiliki dua jenis enzim yaitu enzim lactase phlorizin hydrolase dan sitosolik β -glukosidase yang membantu metabolisme linamarin didalam saluran pencernaan menjadi sianohidrin. Sianohidrin akan dihidrolisis kembali menjadi sianida dan menghambat kerja enzim sitokrom oksidase (F. Wahyuni & Sumarsono, 2017).

2.1.3 Patofisiologi Keracunan Sianida

Sianida menyebabkan hipoksia intraseluler dengan membentuk ikatan *irreversibel* pada *cytochrome oxidase a3* di mitokondria. *Cytochrome oxidase a3* berperan dalam mereduksi oksigen menjadi air melalui proses oksidasi fosforilasi. Fosforilasi oksidatif merupakan proses dimana oksigen digunakan untuk produksi adenosine triphosphate (ATP). Ikatan sianida dengan ion ferri pada *cytochrome oxidase a3* menghambat fungsi enzim terminal dalam rantai respirasi, rantai transport elektron, dan proses oksidasi

fosforilasi. Gangguan pada *Cytochrome oxidase a3* berakibat fatal karena menghambat sintesis ATP, yang digunakan untuk respirasi seluler. Rendahnya suplai ATP menyebabkan mitokondria tidak dapat memanfaatkan oksigen, sehingga meskipun kadar oksigen dalam darah normal, oksigen tidak dapat digunakan untuk menghasilkan ATP (Putu dkk., 2017). Akibatnya, jaringan yang sangat bergantung pada oksigen, seperti otak dan jantung, menjadi yang pertama mengalami kerusakan. Dalam beberapa menit, keracunan sianida dapat menyebabkan gagal napas dan kematian akibat depresi sistem saraf pusat dan kolaps kardiovaskular (Hall dkk., 2015).

2.1.4 Gejala Keracunan Sianida

Sianida dapat diserap dengan cepat dan dapat menyebar ke seluruh tubuh dalam hitungan detik, pada dosis besar, kematian bisa terjadi dalam waktu yang sangat singkat, bahkan hanya dalam beberapa detik atau menit (Smith dkk., 2011). Sianida masuk ke dalam tubuh dapat melalui beberapa cara seperti melalui mulut karena tertelan (ingesti), melalui paru-paru karena terhirup (inhalasi), dan melalui kulit yang terkena cairan (Putu dkk., 2017). Gejala keracunan sianida meliputi kesulitan bernapas, aritmia, bradikardia, tekanan darah rendah, kejang, koma, berhentinya pernapasan, dan kematian. Diperkirakan bahwa dosis mematikan median untuk manusia adalah 1,0 mg/kg jika diberikan secara

intravena, 100 mg/kg jika terpapar melalui kulit, dan 1,52 mg/kg jika dikonsumsi secara oral (Rice dkk., 2018).

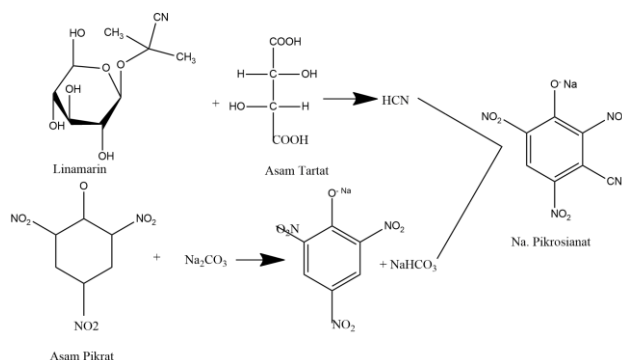
2.1.5 Pemeriksaan Sianida

Pemeriksaan sianida dapat dilakukan melalui analisis kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif bertujuan untuk mendeteksi dan mengidentifikasi keberadaan suatu zat, baik berupa unsur, ion, maupun senyawa. Analisis kuantitatif bertujuan untuk mengukur jumlah atau konsentrasi zat tertentu dalam sampel. Hasil dari analisis kuantitatif dinyatakan dalam bentuk konsentrasi seperti molaritas, gram per liter, atau part per million (ppm) (Widiastuti dkk., 2017).

1. Analisis Kualitatif

a. Reagen Pikrat

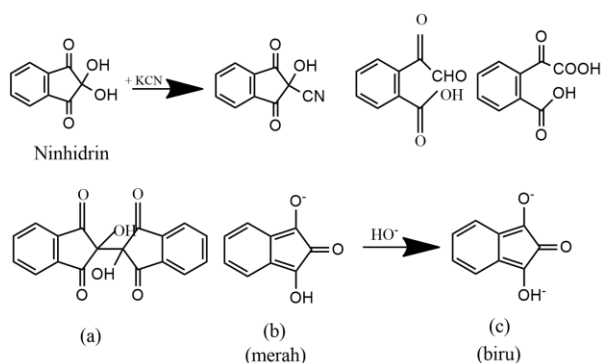
Prinsip analisis kualitatif sianida berdasarkan pelarutan HCN dalam larutan asam tartat pada kondisi panas. Dalam suasana tersebut, asam sianida akan menguap dan uap HCN yang terbentuk akan bereaksi dengan ion pikrat yang terdapat pada kertas asam pikrat dan larutan Na_2CO_3 8%. Reaksi ini menghasilkan perubahan warna dari kuning menjadi merah (Widiastuti dkk., 2017).



Gambar 2. 4 Reaksi Analisis Kualitatif Sianida
(Widiastuti dkk., 2017)

b. Reagen Ninhidrin

Sianida dapat diidentifikasi menggunakan reagen ninhidrin, di mana ninhidrin akan bereaksi dengan sianida dalam kondisi netral menghasilkan hidrindantin yang tidak berwarna. Hidrindantin ini akan menghasilkan warna merah yang stabil jika berada dalam Na_2CO_3 . Larutan akan berubah menjadi biru ketika NaOH ditambahkan. Warna merah menunjukkan adanya ion monovalen sedangkan warna biru menunjukkan adanya ion divalen (Nagaraja dkk., 2002).



Gambar 2. 5 Reaksi Kimia Sianida dengan Ninhidrin
(Nagaraja dkk., 2002)

2. Analisis Kuantitatif

a. Metode Spektrofotometri Uv-Vis

Prinsip kerja metode spektrofotometri melibatkan penambahan ninhidrin pada sianida yang akan menghasilkan warna merah pada pH 12-14. Selanjutnya, penambahan NaOH menyebabkan perubahan warna menjadi biru pada pH di atas 12. Warna yang terbentuk kemudian diukur pada panjang gelombang 590 nm (Zulfah, Sulistyarti, Kimia, dkk., 2015). Metode analisis dengan spektrofotometer UV-Vis berdasarkan interaksi antara berkas sinar yang dilewatkan pada sampel yang diwadahi dengan kuvet. Materi atau senyawa dalam sampel akan menyerap Sebagian sinar dan Sebagian lagi akan diteruskan ke detector (Gulo, 2016).

b. Metode Titrimetri

Prinsip metode titrimetri dengan perendaman sampel yang kemudian didestilasi dalam kondisi asam. Hasil destilasi direaksikan dengan kelebihan larutan baku perak nitrat. Kelebihan larutan baku ini kemudian dititrasi kembali menggunakan larutan kalium tiosianat dengan indikator ferri amonium sulfat (Kurnia & Marwatoen, 2013).

2.1.6 Spektrofotometri UV-Vis

Spektrofotometri merupakan metode analisis berdasarkan interaksi antara energi dan materi. Metode spektrofotometri

digunakan untuk menentukan konsentrasi suatu senyawa atau komponen dalam bentuk larutan melalui intensitas serapan pada Panjang gelombang tertentu. Dalam analisis menggunakan metode spektrofotometri panjang gelombang yang digunakan adalah panjang gelombang maksimum dengan nilai serapan atau absorbansi maksimum. Instrumen ini bekerja didasarkan pada serapan atau absorbansi foton di daerah ultraviolet (UV) dengan panjang gelombang 200-400 nm dan sinar tampak (*visible*) dengan Panjang gelombang 400-750 nm (Irawan, 2019). Spektrum cahaya tampak dan warna dapat dilihat pada tabel 2.3.

**Tabel 2. 3 Spektrum Cahaya Tampak dan Warna
Komplementer** (*Day & Underwood, 2002*).

Panjang Gelombang (nm)	Warna Diabsorbsi	Warna Komplementer
400-435	Violet	Kuning-hijau
435-480	Biru	Kuning
480-490	Hijau-biru	Oranye
490-500	Biru-hijau	Merah
500-560	Hijau	Ungu
560-580	Kuning-hijau	Violet
580-595	Kuning	Biru
595-610	Oranye	Hijau-biru
610-750	Merah	Biru-hijau

Instrumen spektrofotometri yang disebut spektrofotometer terdiri dari sumber sinar polikromatis, monokromator, sel sampel, detektor, dan *read out*. Berikut ini bagian-bagian spektrofotometer :

- a. Sumber sinar polikromatis berfungsi sebagai sumber sinar polikromatis dengan berbagai macam rentang panjang gelombang.

- b. Monokromator berfungsi sebagai penyeleksi panjang gelombang, yaitu mengubah cahaya yang berasal dari sumber sinar polikromatis menjadi cahaya monokromatis.
- c. Sel sampel berfungsi sebagai tempat meletakan sampel UV, Vis, dan UV-Vis menggunakan kuvet sebagai tempat sampel. Kuvet biasanya terbuat dari kuarsa atau gelas.
- d. Detektor berfungsi menangkap cahaya yang diteruskan dari sampel dan mengubahnya menjadi arus listrik.
- e. *Read out* merupakan suatu sistem baca yang menangkap besarnya isyarat listrik yang berasal dari detektor (Putri, 2017).



**Gambar 2.6 Spektrofotometri UV-Vis
(Dokumentasi Pribadi, 2024)**

2.1.7 Prinsip Spektrofotometri UV-Vis

Prinsip kerja spektrofotometer UV-VIS berdasarkan hukum *Lambert Beer* yaitu cahaya yang diserap oleh lampu deuterium yang bersifat polikromatis melalui suatu media (larutan) akan diubah menjadi monokromatis di monokromator. Berkas berkas cahaya pada panjang gelombang tertentu akan diterima oleh *detector*. Cahaya yang diterima oleh *detector* akan menghasilkan signal elektrik dan dicatat oleh detektor dalam bentuk angka (Yanlinastuti,

2016). Pada spektrofotometri UV-Vis cahaya yang diserap diukur sebagai absorbansi (A) sedangkan cahaya yang dihamburkan diukur sebagai transmitansi (T) (Suharti, 2017).

2.1.8 Validasi Metode

Validasi metode merupakan proses penilaian terhadap suatu parameter berdasarkan percobaan laboratorium, yang bertujuan untuk memastikan bahwa parameter tersebut memenuhi persyaratan untuk penggunaannya (Effendy, 2004). Validasi metode dilakukan dengan menetapkan parameter validitas meliputi: linieritas, batas deteksi (LOD) dan batas kuantitasi (LOQ) (Harmono, 2020).

1. Linearitas

Uji linearitas bertujuan untuk mengetahui apakah dua variabel atau lebih yang diuji mempunyai hubungan yang linear atau tidak secara signifikan (Setiawan & Yosepha, 2020). Linieritas dapat diukur dengan melakukan pengukuran tunggal pada konsentrasi yang berbeda – beda. Data yang diperoleh dapat ditentukan nilai kemiringan (slope), intersep, dan koefisien korelasinya.

2. Limit Of Detection (LOD)

Batas deteksi merupakan jumlah analit terkecil dalam sampel yang dapat dideteksi yang masih memberikan respon signifikan dibandingkan dengan blanko (Harmita, 2004). Batas deteksi menjadi aspek penting dalam pengembangan metode analisis karena

memastikan bahwa analit dapat terdeteksi bahkan pada konsentrasi yang sangat rendah (Shrivastava, 2011).

3. Limit Of Quantitaion (LOQ)

Batas kuantitasi merupakan konsentrasi analit terendah yang dapat dikuantitasikan dengan akurat dan teliti. Batas kuantitasi juga menunjukkan sensitiivitas metode analisis yang digunakan (Harmono, 2020).

2.2 Landasan Teori

Menurut penelitian dari Kusumawardhani dkk (2015) Kandungan sianida pada daun singkong sebesar 551,628 ppm, sedangkan pada umbi singkong kandungan sianida sebesar 306,108 ppm. Beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengurangi kadar asam sianida antara lain perebusan, pengukusan, dan perendaman. Proses pemanasan berperan dalam menonaktifkan enzim pada tanaman, sehingga pembentukan asam sianida terhenti dan memungkinkan asam sianida yang sudah terbentuk menguap (Kencana, 2009).

Hasil penelitian Kencana (2009), kadar asam sianida pada rebung bambu segar adalah berkisar 35,77 mg/g dan mengalami penurunan setelah dilakukan perebusan yakni menjadi 17,07 mg/g. Oleh karena itu pengolahan untuk menurunkan kadar asam sianida dalam daun singkong menjadi sangat penting untuk dilakukan.

Penelitian yang dilakukan oleh Arza (2023), menunjukkan bahwa perebusan daun pepaya Jepang dapat menurunkan kadar sianida secara signifikan. Pada perebusan selama 5 menit, kadar sianida berkurang sebesar 5,5 mg/kg, perebusan selama 10 menit menyebabkan pengurangan kadar sianida sebesar 7 mg/kg, dan perebusan selama 15 menit menghasilkan penurunan kadar sianida sebesar 12,6 mg/kg. Adapun kadar sianida awal pada daun pepaya Jepang sebelum direbus adalah 76,35 mg/kg. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa durasi perebusan memengaruhi penurunan kadar sianida.(Hairuddin, 2013)

Penelitian Murni dkk (2015) dengan judul kandungan asam sianida bahan kering dan bahan organik tepung biji karet hasil pengukusan menyatakan bahwa semakin lama proses pengukusan, semakin banyak kadar asam sianida (HCN) yang berkurang. Hal ini disebabkan oleh sifat HCN yang mudah larut dalam air dan mudah menguap pada suhu tinggi, sehingga mempercepat proses penguraian HCN.

Konsumsi asam sianida dalam jumlah besar dapat menyebabkan mual, pusing, rasa sakit di perut, tubuh gemetar, dan bahkan kehilangan kesadaran. Jika racun yang dikonsumsi cukup tinggi, selain gejala tersebut, keracunan sianida juga bisa ditandai dengan gejala lain seperti mata terbelalak, mulut berbusa, kejang-kejang, hingga kesulitan bernapas (Kurnia & Marwatoen, 2013).

2.3 Hipotesis

H_0 : Lama waktu perebusan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kadar sianida pada daun singkong.

H : Lama waktu perebusan berpengaruh secara signifikan terhadap kadar sianida pada daun singkong.