

**KAJIAN PEMBERIAN BERAS SIGER DARI UBI KAYU RACUN
TERHADAP PROFIL KIMIA DARAH SERTA GAMBARAN
HISTOLOGI HATI DAN GINJAL MENCIT JANTAN**

(Skripsi)

Oleh

INDAH KHOIRUNISA



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

ABSTRACT

THE STUDY OF GIVING SIGER RICE FROM BITTER CASSAVA TO BLOOD CHEMICAL PROFILE AND HISTOLOGY OF LIVER AND KIDNEY OF MALE MICE

By

INDAH KHOIRUNISA

During this time siger rice is made from a type of cassava which is still very limited. There are several ways to reduce the content of HCN (hydrogen cyanide) with several stages of processing siger rice. The aim of this research was to investigate the effect of giving siger rice from bitter cassava to blood chemical profile and histology of liver and kidney mice. The research was arranged in Complete Randomized Block Design (CBRD) with four replications. This research used 24 male mice were divided into 6 group that is control (70% corn strach), P1 (30% siger rice), P2 (40% siger rice), P3 (50% siger rice), P4 (60% siger rice), and P5 (75,56% siger rice). Furthermore, the mice were kept for 28 days and fed and drink in *ad libitum*. The observations performed on the 28th day include blood chemical profile of erythrocytes, leukocytes, hematocrit, hemoglobin, and histology of liver and kidney. The research result showed that giving rice siger from bitter cassava did not have significant effects to mice's

blood profile in number of erythrocytes, number of leukocytes, hemoglobin level, and hematocrit value. The treatment of giving siger rice from bitter cassava did not have significant effects to the histology of the liver of the mice because minor damage to liver cells in the form of cloudy degeneration is *reversible*, so that it can be recovered. It also did not have significant effects to the histology of the kidney of the mice due to minor damage such as edema *spatium* Bowman in glomerulus and epithelial cell swelling in tubular are *reversible* so that it can be recovered.

Keyword: *siger rice, cyanide, blood chemical profile, histology, liver, kidney, mice.*

ABSTRAK

KAJIAN PEMBERIAN BERAS SIGER DARI UBI KAYU RACUN TERHADAP PROFIL KIMIA DARAH SERTA GAMBARAN HISTOLOGI HATI DAN GINJAL MENCIT JANTAN

Oleh

INDAH KHOIRUNISA

Selama ini beras siger terbuat dari jenis ubi kayu manis yang mana kesediaannya masih sangat terbatas. Terdapat beberapa cara untuk mengurangi kandungan HCN (hidrogen sianida) dengan beberapa tahapan pengolahan beras siger. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pemberian beras siger dari ubi kayu racun terhadap profil kimia darah serta histologi hati dan ginjal mencit jantan. Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan empat ulangan. Penelitian dilakukan menggunakan 24 ekor mencit jantan yang dibagi menjadi 6 kelompok yaitu kontrol (70% pati jagung), P1 (30% beras siger), P2 (40% beras siger), P3 (50% beras siger), P4 (60% beras siger), dan P5 (75,56% beras siger). Selanjutnya mencit dipelihara selama 28 hari dan diberi makan dan minum secara *ad libitum*. Pengamatan dilakukan pada hari ke-28 meliputi profil kimia darah yaitu eritrosit, leukosit, hematokrit dan

hemoglobin, serta gambaran histologi hati dan ginjal. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan pemberian beras siger dari ubi kayu racun tidak mempengaruhi profil darah mencit yaitu pada jumlah eritrosit, jumlah leukosit, kadar hemoglobin dan nilai hematokrit. Perlakuan pemberian beras siger dari ubi kayu racun tidak mempengaruhi gambaran histologi hati mencit karena kerusakan ringan pada sel hati berupa degenerasi keruh bersifat *reversible*, sehingga dapat pulih kembali. Selain itu juga tidak mempengaruhi gambaran histologi ginjal mencit karena kerusakan ringan berupa edema *spatium* Bowman pada glomerulus dan pembengkakan sel epitel pada tubulus bersifat *reversible* sehingga dapat pulih kembali.

Kata kunci : beras siger, sianida, profil kimia darah, histologi, hati, ginjal, mencit.

**KAJIAN PEMBERIAN BERAS SIGER DARI UBI KAYU RACUN
TERHADAP PROFIL KIMIA DARAH SERTA GAMBARAN
HISTOLOGI HATI DAN GINJAL MENCIT JANTAN**

Oleh

INDAH KHOIRUNISA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

Pada

**Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

Judul Skripsi : **KAJIAN PEMBERIAN BERAS SIGER DARI UBI KAYU
RACUN TERHADAP PROFIL KIMIA DARAH SERTA
GAMBARAN HISTOLOGI HATI DAN GINJAL MENCIT
JANTAN**

Nama Mahasiswa : **Indah Khoirunisa**

No. Pokok Mahasiswa : 1314051022

Program Studi : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Pertanian



Dr. Ir. Subeki, M.Si., M.Sc.
NIP 19680409 199303 1 002

Dr. Hendri Busman, M.Biomed.
NIP 19590101 198703 1 001

2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian

Ir. Susilawati, M.Si.
NIP 19610806 198702 2 001

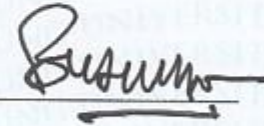
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Ir. Subeki, M.Si., M.Sc.**



Sekretaris : **Dr. Hendri Busman, M.Biomed.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Samsu Udayana Nurdin, M.Si.**

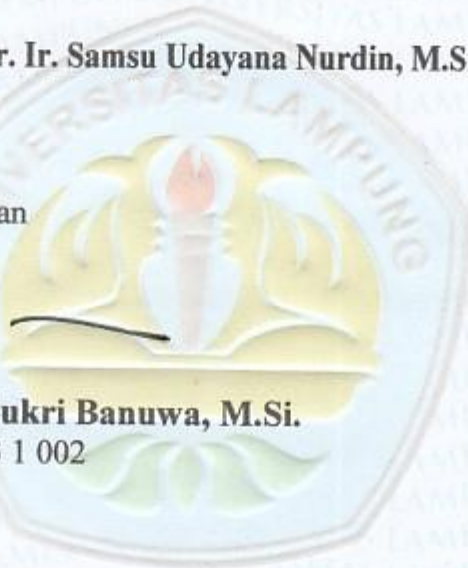


2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NIP. 19611020 198603 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **15 Januari 2018**

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah Indah Khoirunisa NPM 1314051022

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil kerja saya sendiri yang berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan.

Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 15 Januari 2018

Yang membuat pernyataan



Indah Khoirunisa
/ NPM. 1314051022

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 24 November 1994, sebagai putri tunggal pasangan Bapak Eko Wijiono dan Ibu Nurjanah. Penulis memulai jenjang pendidikan di SDN 1 Panjang Utara pada tahun 2001-2007, SMPN 11 Bandar Lampung pada tahun 2007-2010, SMAN 8 Bandar Lampung pada tahun 2010-2013. Pada tahun 2013 penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi (SBMPTN).

Tahun 2016 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata Tematik di Desa Tri Rejomulyo, Kecamatan Penawar Tama, Kabupaten Tulang Bawang. Tahun 2016 penulis juga melaksanakan Praktik Umum di Koperasi Peternak Sapi Bandung Utara (KPSBU) Lembang, Jawa Barat dengan judul “Mempelajari Proses Pendinginan Susu Segar di Cooling Unit Pusat dan Daerah di Koperasi Peternak Sapi Bandung Utara Lembang Jawa Barat”.

Penulis pernah aktif dalam kegiatan kemahasiswaan Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian (HMJ THP) Fakultas Pertanian Universitas Lampung sebagai anggota Bidang I Pendidikan dan Penalaran. Penulis juga pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Teknologi Hasil Tanaman Obat.

SANWACANA

Alhamdulillahirobbil'aalamiin. Puji syukur kehadirat Allah SWT, Rabb pemilik alam semesta dan segala isinya yang telah memberikan peluang dan kepercayaannya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Kajian Pemberian Beras Siger dari Ubi Kayu Racun Terhadap Profil Kimia Darah Serta Gambaran Histologi Hati dan Ginjal Mencit Jantan” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Ir. Susilawati, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Dr. Ir. Subeki, M.Si., M.Sc., selaku dosen pembimbing akademik dan pembimbing pertama atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, nasihat, saran, dan arahan kepada penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini.
4. Dr. Hendri Busman, M.Biomed., selaku pembimbing dua atas kesediaannya memberikan bimbingan, saran, arahan, dan dukungan kepada penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini.

5. Dr. Ir. Samsu Udayana Nurdin, M.Si., selaku penguji atas segala saran, dan nasihat kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas pengetahuan, bimbingan, dan arahannya.
7. Orangtuaku tersayang, terima kasih atas doa, dukungan, nasihat serta kasih sayang yang selalu mengalir selama ini.
8. Teman-teman angkatan 2013 atas dukungan dan kebersamaannya selama dikampus.
9. Sahabat-sahabatku tercinta, Yopita, Siska, Nur, Fitri, Febry, Umami dan Oke, atas doa, dukungan, semangat, dan kebersamaannya selama dikampus.
10. Kak Tomi, Pazry, Kak Isnaini, Mba Yunita, Mba Yani, Pak Bayu dan Ibu Heni atas bantuan, kerjasama, dan saran selama penelitian dan menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan dan penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi perbaikan selanjutnya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Bandar Lampung, 15 Januari 2018

Penulis

Indah Khoirunisa

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang dan Masalah.....	1
1.2. Tujuan Penelitian	4
1.3. Kerangka Pemikiran.....	4
1.4. Hipotesis	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Ubi Kayu (<i>Manihot esculenta</i>).....	8
2.2. Beras Siger	12
2.3. Profil Kimia Darah.....	16
2.3.1. Eritrosit	16
2.3.2. Leukosit	17
2.3.3. Kadar Hemoglobin	18
2.3.4. Nilai Hematokrit	19
2.4. Histologi.....	19
2.4.1. Hati	20
2.4.2. Ginjal	22
III. BAHAN DAN METODE	
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	24
3.2. Bahan dan Alat.....	24
3.3. Metode Penelitian	25

3.4. Pelaksanaan Penelitian.....	25
3.4.1. Persiapan Bahan Baku	25
3.4.2. Pembuatan Beras Siger	27
3.4.3. Uji Pemberian Beras Siger Terhadap Profil Kimia Darah dan Gambaran Histologi Mencit Jantan.....	28
3.5. Pengamatan	30
3.5.1. Analisis Kadar HCN	31
3.5.2. Profil Kimia Darah.....	31
3.5.3. Histologi Hati dan Ginjal Mencit.....	32

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kandungan Asam Sianida (HCN).....	37
4.2. Profil Kimia Darah	38
4.2.1. Jumlah Eritrosit.....	38
4.2.2. Jumlah Leukosit	39
4.2.3. Kadar Hemoglobin.....	41
4.2.4. Nilai Hematokrit	42
4.3. Gambaran Histologi Hati dan Ginjal Mencit.....	44
4.3.1. Hati	44
4.3.2. Ginjal	46
4.3.2.1. Glomerulus	47
4.3.2.2. Tubulus	49

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	51
5.2. Saran.....	51

DAFTAR PUSTAKA	52
-----------------------	----

LAMPIRAN	60
-----------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi kimia ubi kayu dalam 100 g bahan	9
2. Kadar HCN dalam beberapa jenis/varietas ubi kayu	10
3. Hasil analisa proksimat beras siger	29
4. Komposisi ransum sebagai perlakuan	29
5. Proses dehidrasi sampel jaringan	33
6. Proses pewarnaan dengan Harris Hematoxylin Eosin	35
7. Skoring kerusakan sel hati	36
8. Skoring kerusakan sel ginjal	36
9. Kandungan Asam Sianida (HCN).....	37
10. Rata-rata jumlah eritrosit mencit setelah diberikan ransum beras siger dari ubi kayu racun.....	38
11. Rata-rata jumlah leukosit mencit setelah diberikan ransum beras siger dari ubi kayu racun.....	40
12. Rata-rata kadar hemoglobin mencit setelah diberikan ransum beras siger dari ubi kayu racun.....	41
13. Rata-rata nilai hematokrit mencit setelah diberikan ransum beras siger dari ubi kayu racun.....	43
14. Skoring kerusakan hati mencit setelah diberikan ransum beras siger dari ubi kayu racun.....	45
15. Skoring kerusakan glomerulus mencit setelah diberikan ransum beras siger dari ubi kayu racun.....	48
16. Skoring kerusakan tubulus mencit setelah diberikan ransum beras siger dari ubi kayu racun.....	50
17. Data hasil uji jumlah eritrosit mencit (juta/mm ³).....	61

18. Hasil analisis ragam jumlah eritrosit mencit.....	61
19. Uji kehomogenan (kesamaan) ragam (Bartlett's test)	
jumlah eritrosit mencit	61
20. Uji BNT jumlah eritrosit mencit	62
21. Data hasil uji kadar hemoglobin mencit (g/ml)	62
22. Hasil analisis ragam kadar hemoglobin mencit	62
23. Uji kehomogenan (kesamaan) ragam (Bartlett's test)	
kadar hemoglobin mencit.....	63
24. Uji BNT kadar hemoglobin mencit.....	63
25. Data hasil uji jumlah leukosit mencit (ribu/mm ³).....	64
26. Hasil analisis ragam jumlah leukosit mencit.....	64
27. Uji kehomogenan (kesamaan) ragam (Bartlett's test)	
jumlah leukosit mencit	64
28. Uji BNT jumlah leukosit mencit.....	65
29. Data hasil uji nilai hematokrit mencit (%)	65
30. Hasil analisis ragam nilai hematokrit mencit.....	65
31. Uji kehomogenan (kesamaan) ragam (Bartlett's test)	
nilai hematokrit mencit	66
32. Uji BNT nilai hematokrit mencit	66
33. Data hasil skoring kerusakan hati mencit	67
34. Hasil analisis ragam skoring kerusakan hati mencit.....	67
35. Uji kehomogenan (kesamaan) ragam (Bartlett's test)	
skoring kerusakan hati mencit.....	67
36. Uji BNT skoring kerusakan hati mencit	68
37. Data hasil skoring kerusakan glomerulus mencit	68
38. Hasil analisis ragam skoring kerusakan glomerulus mencit	68
39. Uji kehomogenan (kesamaan) ragam (Bartlett's test)	
skoring kerusakan glomerulus mencit.....	69
40. Uji BNT skoring kerusakan glomerulus mencit	69
41. Data hasil skoring kerusakan tubulus mencit.....	70
42. Hasil analisis ragam skoring kerusakan tubulus mencit	70
43. Uji kehomogenan (kesamaan) ragam (Bartlett's test)	

skoring kerusakan tubulus mencit.....	70
44. Uji BNT skoring kerusakan tubulus mencit.....	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Histologi hati mencit.....	21
2. Histologi ginjal mencit.....	23
3. Proses pembuatan pembuatan tepung tapioka dan ampas ubi kayu...	27
4. Proses pembuatan beras siger	28
5. Alur pelaksanaan penelitian	30
6. Gambaran histologi hati mencit pewarnaan HE (perbesaran 100x)....	44
7. Gambaran histologi ginjal mencit pewarnaan HE (perbesaran 100x)	47
8. Proses pembuatan beras siger	72
9. Bahan tambahan pembuatan beras siger	73
10. Proses penyusunan ransum mencit	74
11. Pengamatan pada mencit.....	75

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Masalah

Beras merupakan makanan pokok bagi masyarakat di Indonesia. Akan tetapi adanya ketidakseimbangan antara peningkatan kebutuhan akan beras dengan produksi beras dalam negeri yang menyebabkan Pemerintah terpaksa melakukan impor beras untuk memenuhi permintaan masyarakat (Zaeroni dan Rustariyuni, 2016). Masyarakat Indonesia memiliki ketergantungan yang masih sangat tinggi terhadap beras dengan tingkat konsumsi mencapai 139 kg/kapita/tahun yang bahkan lebih tinggi dibandingkan negara lain seperti Jepang 45 kg/kapita/tahun, Malaysia 80 kg/kapita/tahun, Thailand 90 kg/kapita/tahun (Briawan, 2004).

Indonesia memiliki potensi sumber karbohidrat selain beras seperti umbi-umbian, biji-bijian, dan sereal. Produktivitas beberapa tanaman sumber karbohidrat seperti jagung mencapai 4,45 t/ha, ubi kayu 19,5 t/ha, ubi jalar 12,22 t/ha, kedelai 1,38 t/ha, kacang tanah 1,25 t/ha dan kacang hijau 1,15 t/ha (BPS, 2012). Selain itu, Indonesia merupakan negara terbesar kedua penghasil ubi kayu setelah Nigeria (Pusdatin, 2013). Menurut Badan Pusat Statistik (2016) luas panen ubi kayu cenderung mengalami penurunan sedangkan produktivitas meningkat. Karena produksi ubi kayu merupakan perkalian antara luas panen dan produktivitas, sehingga produksi ubi kayu mengalami fluktuasi namun dengan

trend yang meningkat. Provinsi Lampung merupakan salah satu provinsi penghasil komoditi utama ubi kayu. Produksi ubi kayu di Lampung mencapai 8,03 ton umbi basah pada tahun 2015.

Diversifikasi produk pangan yang menyerupai beras merupakan salah satu solusi alternatif yang dapat ditawarkan kepada masyarakat. Selain itu Indonesia juga memiliki potensi keanekaragaman sumber karbohidrat non beras cukup banyak, namun belum dimanfaatkan secara optimal (Samad, 2003). Untuk mendukung program diversifikasi pangan yang mampu menurunkan tingkat konsumsi beras dan mendongkrak tingkat konsumsi bahan sumber pangan lain, maka sumber bahan pangan lokal non beras harus diolah sedemikian rupa sehingga memiliki karakteristik yang seperti beras, baik dari sifat fisik butiran, penanakan maupun tekstur. Produk beras yang terbuat dari bahan non padi dikenal dengan beras analog (Machmur *et al.*, 2011).

Menurut Noviasari *et al.* (2013) beras siger merupakan beras yang berasal dari ubi kayu dengan bentuk butiran-butiran yang seperti beras. Bahan pembuatan beras siger umumnya dapat digunakan ubi kayu makan maupun ubi kayu racun (kandungan hidrogen sianida (HCN) tinggi). Pemanfaatan ubi kayu racun sebagai bahan baku pembuatan beras siger didasarkan pada prinsip bahwa HCN mudah diuapkan dan terlarut dalam air (Hidayat, 2016). HCN dikenal sebagai racun yang mematikan dikarenakan dapat menghambat enzim sitokrom oksidase dalam sel yang menyebabkan oksigen tidak dapat beredar ke dalam sel-sel tubuh. HCN cepat diserap oleh alat pencernaan dan masuk ke dalam aliran darah sehingga

menyebabkan sakit dan kematian (Winarno, 2008). Menurut Winarno (2004) bahwa konsumsi HCN yang aman untuk manusia sebesar 50 mg/kg.

Terdapat beberapa cara yang dilakukan untuk mengurangi kandungan HCN pada ubi kayu dengan cara perendaman, pencucian, perebusan, pengukusan, penggorengan atau pengolahan lainnya. Proses pengolahan dapat mengurangi kadar HCN sehingga dapat dikonsumsi dan tidak berbahaya bagi kesehatan (Sumartono, 1987). Ketika ubi kayu dikupas sebelum diolah, direndam sebelum dimasak dan difermentasi beberapa hari, dengan perlakuan tersebut dapat merusak linamarin dan HCN larut dalam air pencucian hingga tinggal 10-40 mg/kg (Winarno, 2008). Menurut Kuncoro (1993) HCN bersifat mudah larut dalam air sehingga cara paling mudah untuk menghilangkan HCN yaitu dengan perendaman dalam air selama waktu tertentu dan mencucinya.

Sianida dalam darah dapat ditemukan antara lain pada eritrosit dan hemoglobin (Cohen dan Guzzardi, 1984; McMillan dan Vodoba, 1982). Sianida umumnya cepat didistribusikan ke seluruh tubuh setelah penyerapan akan cepat dialirkan ke dalam aliran darah (Jensen *et al.*, 1984). Darah menjadi parameter pokok dalam penelitian praklinik/biomedik (Iheidioha *et al.*, 2012). Gambaran darah akan mengalami perubahan seiring dengan perubahan fisiologisnya (Guyton dan Hall, 2010).

Hati dan ginjal merupakan organ penting dalam proses metabolisme tubuh. Keduanya sangat rentan terhadap zat toksik. Hati sebagai tempat utama terjadinya metabolisme serta detoksifikasi (Himawan, 1992) dan ginjal merupakan organ yang berfungsi untuk mengeluarkan sisa-sisa zat metabolisme tubuh, termasuk

yaitu zat-zat toksik (Guyton dan Hall, 1997). Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemberian beras siger yang berasal dari ubi kayu racun terhadap profil kimia darah serta gambaran histologi hati dan ginjal mencit jantan.

1.2. Tujuan

Penelitian ini bertujuan diantaranya yaitu :

1. Mengetahui pengaruh pemberian beras siger dari ubi kayu racun terhadap profil kimia darah mencit jantan
2. Mengetahui pengaruh pemberian beras siger dari ubi kayu racun terhadap gambaran histologi hati mencit jantan
3. Mengetahui pengaruh pemberian beras siger dari ubi kayu racun terhadap gambaran histologi ginjal mencit jantan

1.3. Kerangka Pemikiran

Ubi kayu manis dengan kandungan asam sianida (HCN) yang rendah umumnya dimanfaatkan sebagai bahan pangan dan pakan. Ubi kayu pahit tidak dikonsumsi secara langsung sebagai bahan pangan dikarenakan kandungan asam sianida yang tinggi >100 ppm (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2011).

Konsumsi HCN yang aman untuk manusia sebesar 50 mg/kg (Winarno, 2004).

Sianida masuk melalui mulut bersama makanan. Dalam saluran pencernaan, ion sianida mudah diabsorpsi dan didistribusikan ke dalam darah, hati, ginjal, otak, dan lain sebagainya (Buck *et al.*, 1976 ; Sylvester *et al.*, 1983).

Pada keracunan sianida dalam dosis kecil, tubuh dapat mendetoksifikasi secara alami dengan bantuan enzim seluler dan thiosulfat di berbagai jaringan dan kemudian dieksresikan melalui urin. Namun apabila dosis bertambah maka sistem detoksifikasi tubuh tidak akan dapat bekerja yang menyebabkan keracunan dengan munculnya beberapa gejala klinis (Knight, 2001). Sebanyak 90% lebih sianida didetoksifikasi menjadi tiosianat (Sylvester *et al.*, 1983). Sianida yang masuk ke dalam tubuh, sebagian besar akan mengalami detoksifikasi menjadi tiosianat dengan bantuan enzim rodanase. Jalur metabolisme sianida menjadi tiosianat melibatkan enzim rodanase (sulfurtransferase) yang terdapat dalam berbagai jaringan tubuh hewan, terutama hati dan ginjal (Bourdoux *et al.*, 1980). Selain itu diperlukan adanya sulfur dalam proses detoksifikasi yang umumnya berasal dari asam amino mengandung sulfur seperti sistein, metionin, dan sistin (Osuntokun, 1980).

Mekanisme proses keracunan sianida yaitu sianida akan mencegah produksi energi sel dengan cara menonaktifkan enzim sitokrom oksidase. Dengan inaktivasinya sitokrom oksidase akan mencegah sel menggunakan oksigen sehingga sel akan mengalami kematian dengan cepat (Carlson, 2010). Ketika jaringan tidak mampu menyerap oksigen maka keadaan tersebut disebut dengan hipoksia histotoksik yang salah satunya disebabkan oleh keracunan sianida (Elizabeth, 2009). Sianida menghambat sitokrom oksidase dari rantai transport elektron yang menyebabkan hipoksia seluler. Secara normal ion hidrogen akan bergabung dengan oksigen pada ujung rantai menjadi tidak bergabung (*incorporated*). Sehingga oksigen menjadi kurang, oksigen tidak dapat digunakan dan molekul ATP tidak lagi dibentuk (Meredith, 1993).

Sianida dalam darah dapat ditemukan antara lain pada eritrosit dan hemoglobin (Cohen dan Guzzardi, 1984; McMillan dan Vodoba, 1982). Sianida umumnya cepat didistribusikan ke seluruh tubuh setelah penyerapan akan cepat dialirkan ke dalam aliran darah. Ketika ion sianida hadir dalam tubuh, ia akan mengikat kelompok prostetik heme yang mana prostetik heme merupakan kofaktor dalam sitokrom oksidase (Jensen *et al.*, 1984). Selain itu, oksihemoglobin yaitu hemoglobin yang mengikat O₂, tidak dapat melepaskan oksigennya untuk proses transport elektron. Sehingga pada keracunan sianida juga akan terlihat darah berwarna merah terang karena oksigen tidak dapat digunakan oleh sel (Buck, 1976).

Hati merupakan organ dalam paling besar yang berperan utama dalam proses metabolisme tubuh (Jeharatman dan Koh, 2005). Hati merupakan tempat utama terjadinya metabolisme serta detoksifikasi obat. Adanya penumpukan bahan toksik akan dapat melukai sel hepatosit sehingga menyebabkan terjadinya perubahan histologis yang bervariasi (Himawan, 1992). Pada penelitian yang dilakukan oleh Bahri (1987) organ hati kambing mengalami degenerasi pada daerah tertentu dekat vena sentralis yang diduga disebabkan oleh adanya pengaruh dari sianida yang menyebabkan sel-sel hati bekerja untuk menetralkan racun yang mengakibatkan kerusakan sel tersebut. Degenerasi yang terjadi juga dapat disebabkan karena keadaan hipoksia histotoksik akibat sianida. Ginjal merupakan alat utama yang sangat penting yang berfungsi untuk mengeluarkan sisa-sisa zat metabolisme tubuh, termasuk yaitu zat-zat toksik yang tidak sengaja masuk ke dalam tubuh, oleh sebab itu ginjal menjadi salah satu organ sasaran utama dari

efek toksik (Guyton dan Hall, 1997). Sehingga kedua organ tersebut sangat rentan akan adanya efek toksik.

Pembuatan beras siger dengan memanfaatkan ubi kayu racun sebagai bahan baku didasarkan pada prinsip bahwa HCN mudah diuapkan dan terlarut dalam air (Hidayat, 2016). Sehingga berdasarkan hal tersebut dengan berbagai tahapan proses pengolahan beras siger dapat menurunkan kadar HCN pada ubi kayu racun sehingga ketika diujikan ke hewan percobaan diharapkan tidak mempengaruhi profil kimia darah serta gambaran histologi hati dan ginjal mencit jantan.

1.4. Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini yaitu :

1. Pemberian beras siger dari ubi kayu racun tidak berpengaruh terhadap profil kimia darah mencit jantan
2. Pemberian beras siger dari ubi kayu racun tidak berpengaruh terhadap gambaran histologi hati mencit jantan
3. Pemberian beras siger dari ubi kayu racun tidak berpengaruh terhadap gambaran histologi ginjal mencit jantan

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ubi Kayu (*Manihot esculenta*)

Ubi kayu atau biasa dikenal dengan singkong merupakan tanaman yang berasal dari benua Amerika, tepatnya negara Brasil dan Paraguay. Ubi kayu menyebar hampir ke seluruh negara termasuk Indonesia. Di Indonesia sendiri ubi kayu diperkenalkan oleh orang-orang Portugis dari Brazil dan ditanam sekitar tahun 1810. Ubi kayu menjadi tanaman yang penting bagi negara beriklim tropis seperti Nigeria, Brazil, Thailand, dan Indonesia. Keempat negara tersebut juga merupakan negara penghasil singkong terbesar di dunia (Soelistijono, 2006). Menurut Novary (1997) penyebaran ubi kayu sudah begitu meluas hampir di sebagian besar belahan bumi termasuk Indonesia. Selain daunnya, umbinya pun banyak dikonsumsi sebagai makanan pokok atau makanan jajanan.

Ubi kayu merupakan tanaman perdu yang dapat hidup sepanjang tahun. Ubi kayu merupakan tanaman yang mudah ditanam dan dibudidayakan. Ubi kayu dapat ditanam di lahan yang kurang subur, risiko gagal panen 5%, dan tidak memiliki banyak hama. Ubi kayu mempunyai umur rata-rata 7 hingga 12 bulan. Umbi atau akar pohonnya berdiameter rata-rata 5-10 cm lebih dan panjang 50-80 cm. Daging umbinya ada yang berwarna putih atau kekuning-kuningan (Soemarjo, 1992).

Beberapa varietas-varietas ubi kayu unggul yang biasa ditanam, antara lain yaitu Valenca, Mangi, Betawi, Basiorao, Bogor, SPP, Muara, Mentega, Andira 1, Gading, Andira 2, Malang 1, Malang 2, dan Andira 4 (Prihatman dan Kemal, 2000). Komposisi kimia ubi kayu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia ubi kayu dalam 100 g bahan

Komponen	Kadar
Kalori (kal)	146
Protein (g)	1,2
Lemak (g)	0,3
Karbohidrat (g)	34,7
Kalsium (mg)	33
Fosfor (mg)	40
Besi (mg)	0,7
Vitamin A (S.I)	0
Vitamin B1 (mg)	0,06
Vitamin C (mg)	30
Air (g)	62,5
Bahan dapat dimakan (%)	75

Sumber : Departemen Kesehatan RI (1992).

Disamping memiliki kandungan gizi di atas, ubi kayu juga mengandung racun yang dalam jumlah besar cukup berbahaya. Ubi kayu mengandung racun yang selama ini kita kenal adalah asam biru atau asam sianida. Daun maupun umbinya mengandung suatu glikosida sianogenik, artinya suatu ikatan organik yang dapat menghasilkan racun biru atau HCN yang bersifat sangat toksik (Sosrosoedirdjo, 1993). Kadar sianida rata-rata dalam ubi kayu manis yaitu dibawah 50 mg/kg berat asal, sedangkan ubi kayu pahit/racun diatas 50 mg/kg. Menurut FAO, ubi kayu dengan kadar 50 mg/kg masih aman untuk dikonsumsi manusia (Winarno, 2004).

Ubi kayu dapat dikelompokkan berdasarkan kadar HCN yaitu :

1. Apabila kadar HCN lebih dari 100 ppm (rasa pahit) : tidak boleh dikonsumsi.
Seperti varietas Adira II, Adira IV, dan Thailand.
2. Apabila kadar HCN 40-100 ppm (agak pahit) : dianjurkan dikonsumsi, seperti varietas UJ-5.
3. Apabila kadar HCN kurang dari 40 ppm (tidak pahit): boleh dikonsumsi.
Seperti varietas Adira 1 dan Manado.

Terdapat korelasi antara kadar HCN ubi kayu segar dengan kandungan pati, dimana semakin tinggi kadar HCN maka semakin pahit dan kadar pati meningkat begitu pula sebaliknya. Oleh karena hal tersebut industri tapioka umumnya menggunakan varietas ubi kayu dengan kadar HCN yang tinggi (varietas pahit) (Prabawati, 2011). Kadar HCN dalam beberapa varietas ubi kayu dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kadar HCN dalam beberapa jenis/varietas ubi kayu

Jenis/Varietas	Rasa	Kadar HCN mg/kg	
		Umbi	Daun
Manggi (di tanah subur)	Enak	32	136
Mangi (di tanah kering)	Pahit	289	542
Betawi	Enak	33	146
Valenka	Enak	39	158
Singapura	Enak	60	201
Basiorao	Agak pahit	82	230
Bogor	Agak pahit	90	324
Tapi kuru	Pahit	130	230
SPP	Pahit	206	468

Sumber : Rukmana (1997)

Racun linamarin dan lotaustralin pada ubi kayu termasuk ke dalam golongan glikosida sianogenik. Linamarin umumnya terdapat pada semua bagian tanaman,

terutama terakumulasi pada akar dan daun. Ubi kayu dibedakan atas dua jenis, yaitu pahit dan manis. Ubi kayu pahit mengandung kadar racun yang lebih tinggi dibandingkan yang manis. Apabila ubi kayu dikonsumsi dalam keadaan mentah atau yang dimasak kurang sempurna, maka racun tersebut akan berubah menjadi senyawa kimia yang dinamakan hidrogen sianida, yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan (Yuliarti, 2007).

Glikosida sianogenik merupakan senyawa yang terdapat dalam bahan makanan nabati dan sangat beracun karena glikosida sianogenik dapat terurai dan mengeluarkan hidrogen sianida. Hidrogen sianida dikeluarkan apabila komoditi atau bahan makanan tersebut dihancurkan, dikunyah, mengalami pengirisan, atau rusak. Glikosida sianogenik juga terdapat pada berbagai jenis tanaman dengan nama senyawa yang berbeda seperti amigladin pada biji almonds, aprikot dan apel, dhurin pada biji sorgum, linamarin pada kara (lima bean), dan ubi kayu (Winarno, 2004). Menurut Sosrosoedirdjeo (1993) zat glikosida dengan nama linamarin berasal dari aseton sianohidrin yang apabila dihidrolisis menjadi glukosa, aseton, dan asam sianida (HCN). Linamarin memiliki rumus molekul $C_{10}H_{17}O_6N$ dan bersifat mudah larut dalam air.

Asam sianida atau hidrogen sianida (HCN), biasanya terdapat dalam bentuk gas atau larutan dan terdapat pula dalam bentuk garam-garam alkali seperti potasium sianida. Sifat HCN murni yaitu tidak berwarna, mudah menguap pada suhu kamar dan mempunyai bau yang khas. HCN mempunyai berat molekul yang ringan, sukar terionisasi, mudah berdifusi dan lekas diserap melalui paru-paru, saluran cerna dan kulit (Departemen Kesehatan RI, 1987).

Jenis ubi kayu yang mengandung senyawa sianida biasanya memiliki umbi yang besar atau gemuk. Umbinya tersusun rapat, tidak bertangkai dan mengandung pati yang lebih banyak (Lingga, 1993). Jenis ubi kayu seperti ini tidak dikonsumsi, walaupun secara tradisional penduduk mengolahnya sehingga jenis ubi kayu ini masih dapat dikonsumsi. Tetapi dengan adanya pengolahan tersebut, kehilangan senyawa sianida hanya sebesar 50% (Darjanto, 1959). Walaupun senyawa ini tidak secara langsung dapat menimbulkan keracunan, senyawa ini juga bersifat goitrogenik, yaitu dapat menghambat penyerapan iodium yang dapat menimbulkan kekurangan zat yodium. Ubi kayu pahit merupakan jenis ubi kayu yang mengandung senyawa sianida dalam kadar yang dikategorikan dapat mengakibatkan keracunan bagi yang mengkonsumsi (Montogornery, 1980) yaitu di atas 5 mg per 100 g. Oleh karenanya, jenis ubi kayu jenis ini sering disebut sebagai ubi kayu racun (Conn, 1972).

2.2. Beras Siger

Beras analog merupakan produk olahan yang dapat dibuat dari sebagian atau seluruhnya bahan non-beras (Mishra *et al.*, 2012). Beras analog dapat dikonsumsi layaknya nasi dari beras padi dan dapat dijadikan sebagai produk diversifikasi pangan. Pangan lokal dapat dimanfaatkan sebagai sumber karbohidrat yang menghasilkan beras analog dengan kandungan gizi yang lebih baik dan tidak kalah dengan beras dari padi. Beberapa bahan baku non-beras yang telah dimanfaatkan dalam pembuatan beras analog adalah sorgum (Budijanto dan Yuliyanti, 2012), jagung kuning, bekatul, dan kedelai (Kurniawati, 2013), ubi

kayu, dan ampas kelapa (Kharisma, 2013), jagung, sorgum, dan sagu aren (Andri, 2013), serta jagung putih (Noviasari *et al.*, 2013).

Beras siger merupakan produk beras analog ubi kayu yang proses pembuatannya mengadopsi proses pembuatan tiwul namun dengan penampakan (bentuk yang lebih seragam, warna yang relatif lebih cerah) dan cita-rasa yang lebih baik.

Beras siger pada dasarnya merupakan produk tiwul instan yang telah dimodernisasi. Beras siger memiliki kandungan gizi dan karakteristik fungsional yang sama dengan tiwul tradisional karena diproses dengan metode yang sama.

Beberapa peneliti melaporkan bahwa tiwul yang diproses dengan metode tradisional ini memiliki sifat-sifat sebagai pangan fungsional, yang tercermin dari tingginya kandungan serat pangan dan pati resisten, serta daya cerna pati dan nilai indeks glikemiknya yang rendah (Hidayat, 2016).

Beras siger merupakan bahan makanan alternatif pengganti beras yang sedang dikembangkan di Provinsi Lampung. Beras siger merupakan makanan tradisional yang terbuat dari ubi kayu yang diolah sehingga berbentuk butiran-butiran seperti beras. Beras siger dibuat dengan ukuran butiran menyerupai ukuran beras pada umumnya. Hal ini dimaksudkan agar psikologi masyarakat saat mengonsumsi beras siger sama dengan saat mengonsumsi nasi (Halim, 2012). Menurut Noviasari *et al.* (2013) beras siger merupakan beras yang berasal dari ubi kayu dengan bentuk butiran-butiran yang seperti beras. Beras siger merupakan salah satu produk diversifikasi dari ubi kayu. Beras siger menjadi program pemerintah Provinsi Lampung sebagai dukungan terhadap Peraturan Menteri Pertanian

No.43/Permentan/OT.140/10/2009 tentang Gerakan Percepatan
Penganekaragaman Konsumsi Pangan Berbasis Sumber daya Lokal.

Beras siger memiliki tekstur kepulenan yang hampir menyerupai kepulenan nasi, bahkan lebih kenyal dibandingkan nasi. Beras siger juga memiliki rasa yang tidak jauh berbeda dari nasi. Namun, karena beras siger berasal dari ubi kayu sehingga beras siger mempunyai cita rasa yang sangat unik dimana saat mengkonsumsi beras siger terdapat rasa khas ubi kayu yang sedikit tersisa. Beras siger berwarna kuning kecoklatan yang didapat dari hasil proses pengeringan ubi kayu menjadi gaplek karena gaplek merupakan bahan dasar pembuatan beras siger (Rachmawati, 2010).

Proses pembuatan beras siger menurut Badan Ketahanan Pangan (2012) yaitu tahap awal adalah pengupasan dan pencucian dengan menggunakan pisau dan menyayat kulit ubi kayu dengan arah membujur. Setelah pengelupasan kulit dapat menyebabkan umbi tidak terlalu mulus lagi. Ketika kulit umbi agak layu atau tidak basah namun masih segar, maka akan terjadi pengelupasan optimal dimana kulit cukup liat sehingga kulit dapat terkelupas semua. Tahapan selanjutnya yaitu pengirisan dalam bentuk chips yang bertujuan ketika dalam proses pengeringan dapat lebih cepat kering. Pemotongan atau pencacahan umbi ubi kayu menggunakan golok atau mesin pemotong dan dipotong menjadi ukuran yang lebih kecil. Proses pemotongan menghasilkan gaplek chips berdiameter kurang dari 1 cm dengan panjang kurang dari 5 cm.

Ubi kayu yang telah dibersihkan dan dipotong kemudian dijemur selama 3-4 hari dengan matahari atau mesin pengering dengan kondisi panas yang stabil.

Pengeringan dilakukan dengan tujuan mengurangi kadar air umbi yang dapat menyebabkan fermentasi dan pembusukan. Apabila saat penjemuran terdapat gangguan, maka dapat mempengaruhi warna gaplek yang berwarna coklat kekuningan menjadi hitam. Agar aman dari serangan jamur atau cendawan maka dibutuhkan kadar air 13-14%. Setelah dilakukan pengeringan, selanjutnya yaitu tahap perendaman menggunakan garam yang bertujuan agar zat asam dalam ubi kayu dapat dipecahkan. Selain itu dengan perendaman, membuat tekstur ubi kayu menjadi lebih lembut untuk diolah ke tahapan selanjutnya. Perendaman dilakukan 2 hari dan air rendaman selalu diganti agar tidak bau (Badan Ketahanan Pangan, 2012).

Tahapan selanjutnya yaitu penggilingan ubi kayu menggunakan mesin penggiling. Setelah halus selanjutnya ubi kayu dibuat butiran menggunakan tampah dan mesin granul. Selama pembentukan butiran, dapat ditambahkan tepung apabila hasil gilingan terlalu lembek. Beras siger akan lebih kenyal jika pembentukan butiran dilakukan lebih lama. Setelah didapat butiran beras, maka selanjutnya dilakukan pengeringan kembali untuk mengurangi kadar air. Pengeringan kedua ini hanya sekitar 2-3 jam (Badan Ketahanan Pangan, 2012).

Butiran yang telah kering kemudian dikukus. Butiran yang matang akan berubah warna dari putih menjadi kuning kecoklatan. Setelah dikukus butiran mengalami penggumpalan sehingga didinginkan terlebih dahulu agar dapat dibentuk menjadi butiran-butiran kembali. Kemudian dilakukan pengeringan kembali

setelah pengukusan dengan tujuan mengeringkan butiran sehingga beras siger memiliki daya simpan lebih lama. Selanjutnya beras siger dapat langsung dikemas (Badan Ketahanan Pangan, 2012).

2.3. Profil Kimia Darah

Darah merupakan komponen penting yang berperan dalam proses-proses fisiologis di dalam tubuh yang mengalir melalui pembuluh darah dan sistem kardiovaskuler. Darah merupakan cairan yang membawa dan mengirimkan zat-zat nutrien serta oksigen yang dibutuhkan oleh jaringan tubuh, mengangkut bahan-bahan kimia hasil proses metabolisme dari sel kembali ke jantung yang dibuang melalui paru-paru dan ginjal, serta sebagai pertahanan tubuh terhadap virus dan bakteri (Adriani *et al.*, 2010). Komposisi darah terdiri dari plasma darah dan sel darah. Volume plasma darah yaitu sekitar 55% dari volume total padat yang tersusun atas 90% air dan 10% bahan-bahan terlarut lain berupa zat organik dan non-organik. Sedangkan 45% merupakan sel-sel darah yaitu sel darah merah, sel darah putih, dan keping darah (Nuraeni, 2006). Sel-sel darah mengalami proses pembentukan setiap hari di dalam sumsum tulang yang memerlukan prekursor diantaranya besi, mangan, kobalt, vitamin, asam amino, dan hormon untuk mensistesis pembentukan sel darah (Hoffbrand dan Pettit, 1996).

2.3.1. Eritrosit

Eritrosit merupakan sel darah merah yang berfungsi membawa hemoglobin dalam sirkulasi darah untuk membawa oksigen dari paru-paru ke jaringan, membawa nutrien untuk diedarkan ke jaringan tubuh, membawa sisa-sisa hasil metabolisme

yang di sekresikan ginjal, serta kelancaran sirkulasi darah. Eritrosit terdiri dari 65% air, 33% hemoglobin, dan sisanya terdiri dari sel stroma, lemak, mineral, vitamin, bahan organik lainnya, dan ion K (Kusumawati, 2004). Keberadaan hemoglobin dalam eritrosit memungkinkan adanya kemampuan untuk mengangkut oksigen, serta menyebabkan warna merah pada darah (Nesheim *et al.*, 1979). Menurut Meyer dan Harvey (2004) faktor yang mempengaruhi jumlah eritrosit dalam sirkulasi darah antara lain hormon *eritropoietin* yang mana hormon tersebut berfungsi merangsang pembentukan eritrosit (eritopoiesis) dengan memicu produksi proeritroblas dari sel-sel hemopoietik dalam sumsum tulang.

Apabila terjadi perubahan fisiologis pada tubuh hewan, maka gambaran total sel darah merah juga ikut mengalami perubahan (Sturkie, 1976). Menurut Suprijatna *et al.* (2005) sel darah merah berfungsi yang salah satunya mengikat oksigen oleh hemoglobin ke dalam sel tubuh dan mengeluarkan karbondioksida dari sel tubuh. Pengikatan oksigen oleh hemoglobin berkaitan dengan total sel darah merah serta berhubungan dengan organ-organ pernafasan. Sehingga apabila total sel darah semakin banyak maka frekuensi pernafasan akan semakin baik pula karena semakin banyak oksigen yang diikat oleh hemoglobin untuk diedarkan ke seluruh tubuh.

2.3.2. Leukosit

Leukosit atau sel darah putih merupakan bagian dari sistem pertahanan tubuh yang dapat bergerak. Leukosit berfungsi dalam proses fagositosis dan

menyediakan kekebalan terhadap antigen spesifik. Pembentukan leukosit di sumsum tulang belakang (granulosit dan monosit serta sebagian limfosit) dan sebagian lainnya dibentuk di jaringan limfa (limfosit dan sel plasma). Setelah proses pembentukan maka leukosit masuk ke dalam peredaran darah dan menuju ke bagian tubuh dimana leukosit tersebut dibutuhkan (Guyton dan Hall, 2010).

2.3.3. Kadar Hemoglobin

Hemoglobin merupakan zat padat dalam darah yang menyebabkan warna merah pada darah dan merupakan molekul protein pada sel darah merah. Hemoglobin sebagai bagian dari sel darah merah yang mengangkut oksigen. Hemoglobin juga sebagai petunjuk kecukupan oksigen yang diangkut (Kimball, 1988). Kandungan oksigen dalam darah yang rendah akan menyebabkan terjadinya peningkatan produksi hemoglobin dan jumlah eritrosit (Swenson, 1984).

Menurut Haryono (1978) hemoglobin berfungsi mengangkut CO₂ dari jaringan, mengambil O₂ dari paru-paru, memelihara keseimbangan asam basa, dan merupakan sumber bilirubin. Beberapa faktor yang mempengaruhi jumlah hemoglobin di dalam sel darah merah yaitu umur, jenis kelamin, keadaan fisik, cuaca, tekanan udara, dan penyakit. Kadar hemoglobin berbanding lurus dengan jumlah sel darah merah. Sehingga semakin tinggi sel darah merah maka semakin tinggi pula kadar hemoglobin di dalam sel darah merah tersebut.

2.3.4. Nilai Hematokrit

Hematokrit menunjukkan besarnya volume sel darah merah di dalam 100 mm^3 darah dan dinyatakan dalam persen (Hoffbrand dan Pettit, 1996). Nilai hematokrit merupakan suatu cara yang digunakan dalam menentukan jumlah sel darah merah yang terlalu tinggi, terlalu rendah, atau normal. Hematokrit merupakan ukuran yang menentukan banyaknya sel darah merah dalam satu militer darah atau disebut juga perbandingan antara sel darah merah dengan komponen darah lainnya. Beberapa faktor yang mempengaruhi nilai hematokrit adalah jenis kelamin, spesies, jumlah sel darah merah, aktivitas dan keadaan patologis, serta ketinggian tempat. Nilai hematokrit berbanding lurus dengan jumlah sel darah merah, sehingga apabila jumlah sel darah merah meningkat maka nilai hematokrit juga meningkat (Azhar, 2009).

2.4. Histologi

Histologi merupakan cabang ilmu biologi anatomi yang mempelajari rentang susunan struktur sel-sel yang memiliki fungsi fisiologi yang sama dan tersusun menjadi satu jaringan yang kompleks (Banks, 1986). Sedangkan histopatologi merupakan salah satu cabang biologi yang mempelajari kondisi dan fungsi jaringan dalam hubungannya dengan penyakit. Histopatologi sangat penting dalam kaitannya dengan diagnosis penyakit karena sebagai salah satu pertimbangan dalam penegakan diagnosis melalui hasil pengamatan pada jaringan yang diduga mengalami gangguan (Wales, 2010).

2.4.1. Hati

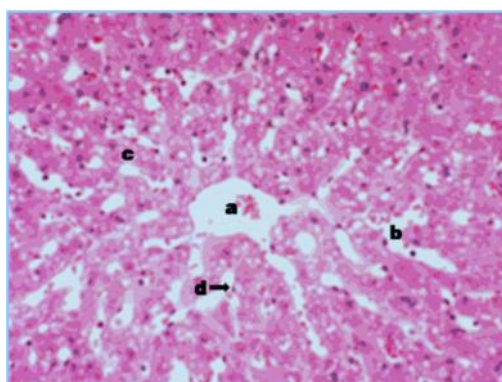
Hati merupakan salah satu organ yang memiliki berbagai macam aktivitas metabolisme (Salasia dan Hariono, 2010). Hati terletak pada bagian paling kranial dari abdomen dan tepat di belakang diafragma (Dyce *et al.*, 2002). Hati diselubungi oleh kapsula fibrosa yang dilindungi oleh peritoneum visceral (Martini, 1992). Hati merupakan organ dalam paling besar yang berperan utama dalam proses metabolisme tubuh. Hati memproduksi empedu yang akan membantu dalam pencernaan lemak, hati juga memproses asam amino, glukosa, asam lemak serta gliserol. Hati berfungsi menetralkan racun meskipun hati tidak memiliki perbendaharaan toksikologi untuk dapat membedakan antara racun dan makanan. Hati berperan dalam pencernaan terhadap sebagian besar bahan kimia beracun melalui berbagai aktivitas enzim melalui degradasi dan konjugasi (Jeharatman dan Koh, 2005).

Aliran darah yang masuk menuju hati melalui dua sumber yaitu bagian terbesar melalui vena porta dan aliran yang lain melalui arteri hepatica. Keistimewaan yang dimiliki oleh hati yaitu sirkulasi yang berbeda dari alat tubuh yang lain. Darah yang mengalir dalam hati terdiri dari 2/3 darah balik dan 1/3 darah nadi (Ressang, 1984). Vena porta dan arteri hepatica merupakan pembuluh darah di usus yang membawa nutrisi dan zat-zat lain yang diserap oleh usus. Nutrisi yang masuk ke dalam hati melalui aliran darah portal kemudian diolah dan keluar sebagai bahan baru dalam aliran darah (Hartono, 1992). Bakteri, darah merah yang sudah tua, toksin yang harus diolah, juga turut masuk ke hati untuk dihancurkan atau mungkin juga disimpan. Darah pada hati 75-80% berasal dari vena porta,

sedangkan 20-25% dari arteri hepatica yang merupakan darah yang kaya oksigen (Lu, 1995).

Hati mencit terdiri dari empat lobus yang menyatu pada bagian dorsal, yaitu lobus median yang terbagi menjadi kiri dan kanan oleh bifurkatio, lobus lateral kiri, lobus lateral kanan yang terbagi secara horizontal menjadi anterior dan posterior, dan lobus kaudal yang terdiri dari bagian dorsal dan ventral (Harada *et al.*, 1999).

Unit fungsi hati yang menyusun lobus hati disebut lobulus. Tiap lobulus terdiri dari prisma polihedral jaringan hepatic dengan panjang 2 mm dan lebar 1 mm (Frappier, 1998). Lobulus berisi sel epitel khusus yaitu hepatosit yang tersusun tidak teratur, bercabang dan antar sel saling berhubungan mengelilingi vena sentralis. Celah garis endotel pada kapiler disebut sinusoid yang merupakan tempat perlintasan darah. Dalam sinusoid terdapat sel fagositosis yang disebut sel Kuppfer yang berfungsi dalam menghancurkan leukosit dan eritrosit yang rusak, bakteri serta benda asing pada aliran pembuluh vena dari traktus gastrointestinalis (Tortora, 2005). Terdapat tiga zona dalam lobulus hati yaitu sentrolobular, midzonal dan periportal (Harada *et al.*, 1999). Histologi hati dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Histologi hati mencit. (a) Vena sentralis, (b) sinusoid, (c) hepatosit, (d) sel endotel (Dellmann dan Eurell, 2006)

2.4.2. Ginjal

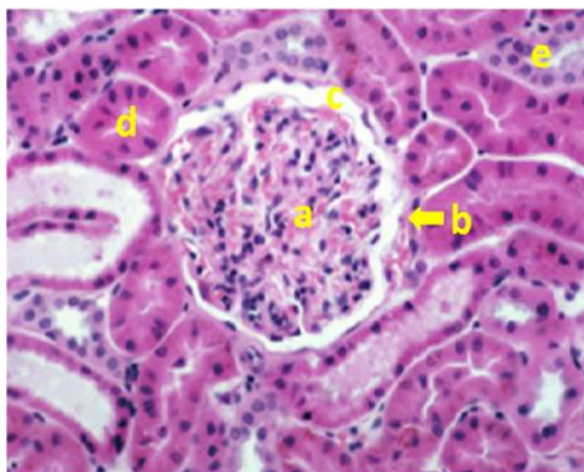
Ginjal merupakan alat utama yang sangat penting yang berfungsi untuk mengeluarkan sisa-sisa zat metabolisme tubuh, termasuk yaitu zat-zat toksik yang tidak sengaja masuk ke dalam tubuh. Sehingga ginjal menjadi salah satu organ sasaran utama dari efek toksik. Sebagai jalur utama ekskresi, urin, dapat mengakibatkan ginjal memiliki volume darah yang tinggi, mengkonsentrasikan toksikan pada filtrat, dan membawa toksikan melalui sel tubulus (Guyton dan Hall, 1997). Ginjal berfungsi dalam mengatur volume dan komposisi cairan tubuh (Henrikson, 1998).

Ginjal meregulasikan volume, komposisi ionik serta membuang zat yang tidak berguna dari darah. Oleh karena itu, ginjal disuplai oleh banyak darah (Tortora, 2005). Ginjal akan menerima darah dari arteri renalis (Martini, 1992) serta menerima *cardiac output* 20-25% . Ginjal menjalankan fungsi homeostatik yang sangat penting seperti ekskresi bahan-bahan tidak penting, pemeliharaan garam dan air di dalam tubuh, regulasi keseimbangan asam basa serta memproduksi berbagai macam hormon (eritropoietin, rennin, prostaglandin) termasuk metabolisme vitamin D dan menjadi bentuk aktifnya (Maxie, 1993). Beberapa kelainan–kelainan yang dapat terjadi pada ginjal seperti kongenital, lesio degeneratif, inflamasi dan gangguan sirkulasi, hiperlasia, dan neoplasia serta keracunan (Seely, 1999).

Ginjal mencit terletak retroperitoneal di kedua sisi tulang punggung yang berupa sepasang organ berbentuk seperti kacang. Kedua ginjal mencit dilapisi jaringan lemak dan tidak melekat secara langsung pada dinding tubuh. Ginjal mencit jantan

lebih berat dan lebih besar. Ginjal kanan lebih besar, lebih berat, dan terletak lebih anterior. Tiap galur memiliki bentuk dan ukuran ginjal yang bervariasi, misalnya untuk galur C58, 10-20% dari galur tersebut hanya mendapati satu atau bahkan kedua ginjalnya mengecil atau hilang (Guyton dan Hall, 2010). Menurut Seely (1999) ginjal menciit memiliki tekstur yang lembut, berwarna coklat kemerahan, berada di dorsal dinding tubuh, dikelilingi jaringan lemak, dan termasuk unilobular dengan papilla tunggal.

Ginjal tersusun atas unit fungsional dan struktural yaitu nefron dan terdiri dari ribuan nefron. Tiap nefron terdiri dari korpus renalis dan tubulus renalis. Korpus renalis merupakan tempat dimana plasma darah difiltrasi sedangkan tubulus renalis mengabsorpsi dan mensekresikan cairan yang lewat. Korpus renalis dibagi menjadi dua bagian yaitu glomerulus (kapiler glomerulus) dan kapsula Bowman yang mengelilingi kapiler glomerulus. Sedangkan tubulus renalis terbagi atas tiga bagian yaitu tubulus proksimal, lengkung henle dan tubulus distalis (Tortora, 2005). Histologi ginjal dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Histologi ginjal menciit. (a) Glomerulus, (b) kapsula Bowman, (c) tubulus proksimal, (d) tubulus distalis (Dellmann dan Eurell , 2006)

III. BAHAN DAN METODE

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Mutu Hasil Pertanian dan kandang hewan percobaan, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Laboratorium Patologi Anatomi dan Histologi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung dan Laboratorium Patologi Balai Besar Penyidikan dan Pengujian Veteriner Regional III Provinsi Lampung pada bulan Mei sampai September 2017.

3.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan yaitu mencit (*Mus musculus*) jantan berumur 2 bulan dari Balai Besar Penyidikan dan Pengujian Veteriner Regional III Provinsi Lampung, ubi kayu racun, GMS (Gliserol Monostearat), minyak sawit, CMC, garam, air, pati jagung, minyak makan, vitamin, dan mineral Livron B-Plex, beras, kasein, minyak kedelai, formalin 10%, larutan Xylol, alkohol (80%, 95%, 96%), paraffin, aquadest, Harris's Hematoxylin dan Eosin.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu mesin pembuat ekstruder, blender, mixer, timbangan, ayakan, loyang, baskom, saringan, mesin pamarut,

tampah, kompor, panci, tabung EDTA, *Hematology Analyzer*, kandang mencit, botol minum, dan wadah pakan mencit.

3.3. Metode Penelitian

Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) non faktorial dengan 4 kali ulangan. Penelitian dilakukan menggunakan 24 ekor mencit jantan yang dibagi menjadi 6 kelompok yaitu Kontrol, P1 (30% beras siger), P2 (40% beras siger), P3 (50% beras siger), P4 (60% beras siger), dan P5 (75,56% beras siger). Setiap kelompok terdiri dari 4 ekor mencit. Mencit diberi perlakuan berupa komposisi ransum yang terdiri dari pati jagung, beras siger, mineral mix, vitamin mix, minyak, dan kasein. Selanjutnya mencit dipelihara selama 28 hari dan diberi makan dan minum secara *ad libitum*.

Kesamaan ragam data diuji dengan uji Bartlett dan kementambahan data diuji dengan uji Tuckey. Data dianalisis dengan sidik ragam untuk mendapatkan penduga ragam galat dan uji signifikansi untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan antar perlakuan. Analisis data lebih lanjut dengan menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

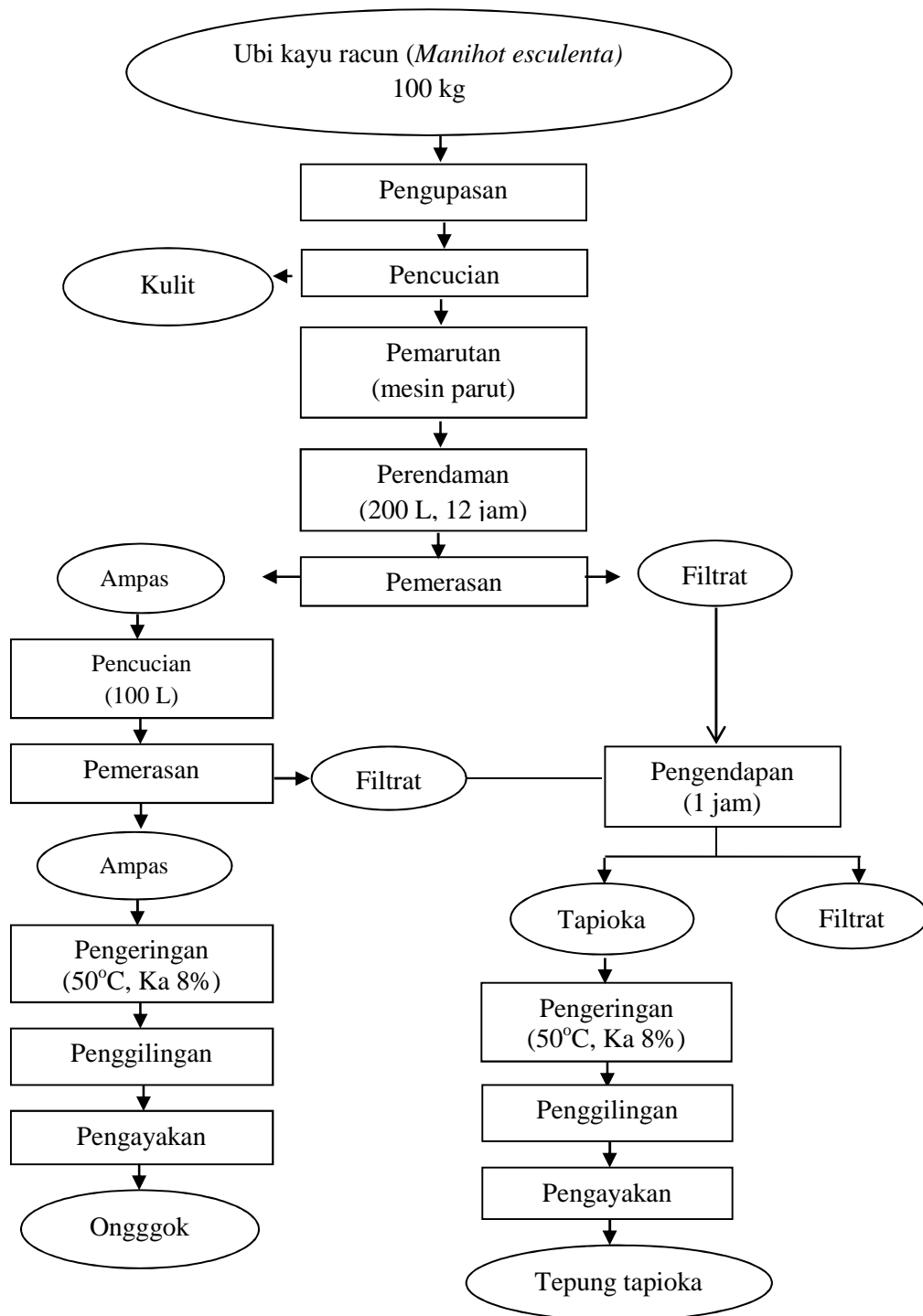
3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan beras siger yaitu onggok dan tepung tapioka. Sehingga perlu dilakukan pembuatan onggok dan tepung tapioka terlebih dahulu. Bahan ubi kayu racun dikupas kulitnya dan dicuci bersih dengan

air mengalir. Setelah ubi kayu racun dibersihkan kemudian dilakukan pamarutan menggunakan mesin pamarut. Ubi kayu yang telah diparut selanjutnya direndam dalam air bersih selama 12 jam. Setelah dilakukan perendaman, selanjutnya diperas dan menghasilkan ampas ubi kayu dan filtrat.

Ampas ubi kayu dicuci kemudian di peras dan didapat filtrat kembali. Ampas yang didapat kemudian dikeringkan pada suhu 50°C sampai kadar air 8%. Setelah pengeringan kemudian dilakukan penggilingan dan diayak dengan ayakan 60 mesh sehingga didapat onggok. Filtrat yang dihasilkan pada proses pemerasan kemudian diendapkan selama 1 jam. Endapan yang dihasilkan kemudian dikeringkan pada suhu 50°C sampai kadar air 8%. Kemudian dilakukan penggilingan, pengayakan dengan ayakan 60 mesh dan diperoleh tepung tapioka. Proses pembuatan onggok dan tepung tapioka dapat dilihat pada Gambar 3.

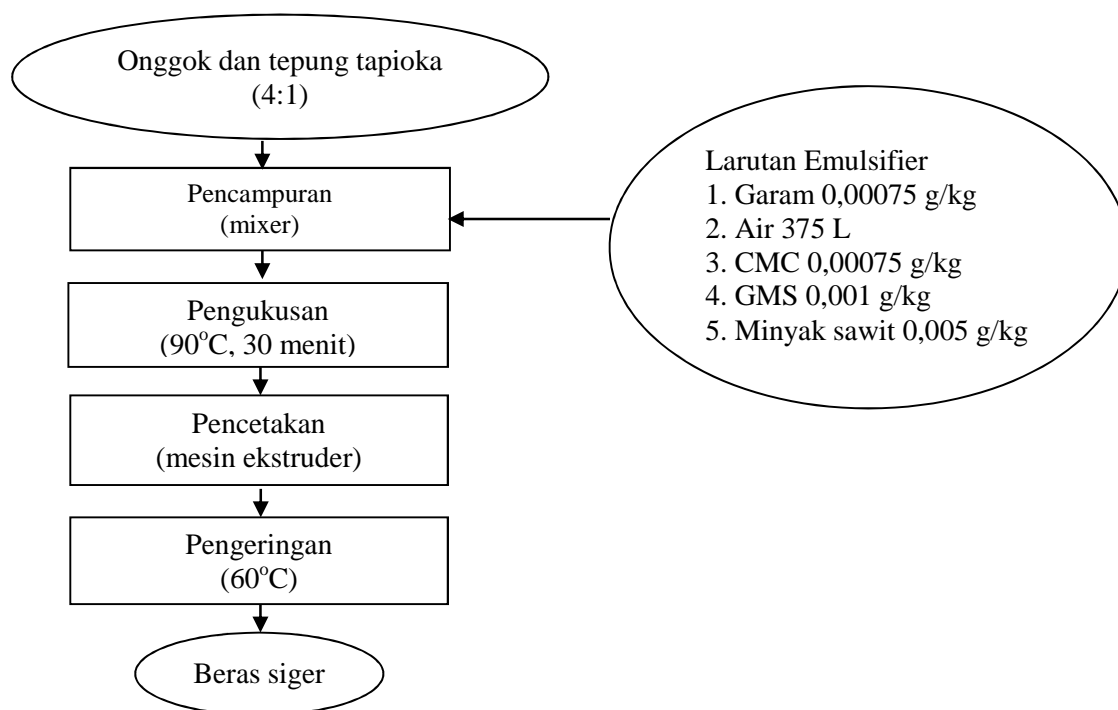


Gambar 3. Proses pembuatan tepung tapioka dan ampas ubi kayu

3.4.2. Pembuatan Beras Siger

Beras siger dibuat dengan mencampurkan onggok dan tepung tapioka (8:2) dengan penambahan larutan emulsifier yang terdiri dari minyak sawit 0,005 g/kg,

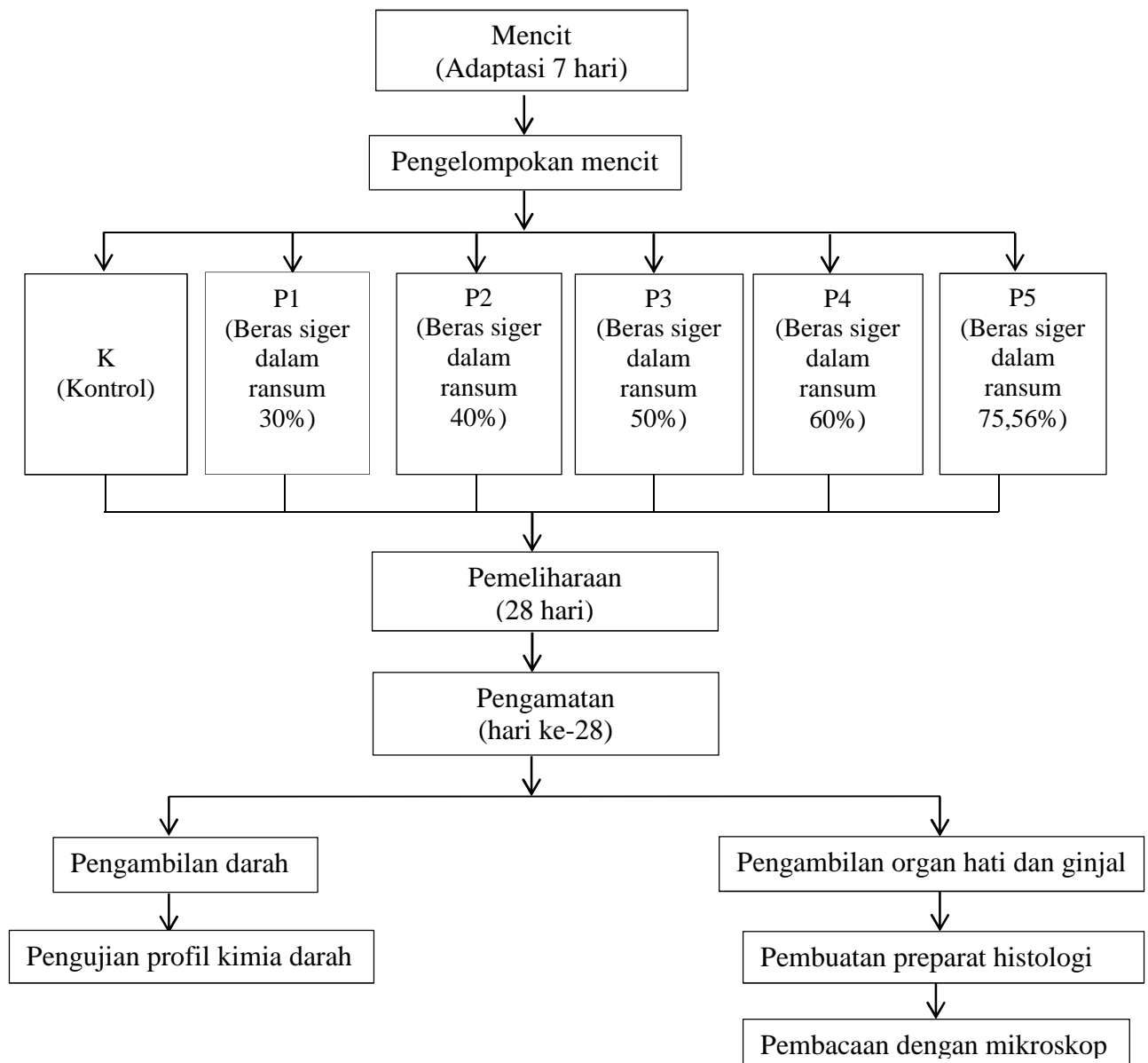
GMS (Gliserol Monostearat) 0,001 g/kg, garam 0,00075 g/kg, CMC 0,00075 g/kg dan air 375 L. Bahan dicampur hingga merata menggunakan mixer. Adonan kemudian dikukus pada suhu 90°C selama 30 menit. Setelah adonan dikukus, kemudian didinginkan pada suhu kamar dengan menggunakan mixer dan ditambah minyak sawit. Setelah dingin, dimasukkan ke dalam mesin ekstruder untuk mencetak butiran beras dengan kecepatan ulir 64 putaran/menit dan kecepatan pisau 38 putaran/menit. Butiran yang didapat kemudian dikeringkan pada 60°C. Proses pembuatan beras siger dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses pembuatan beras siger

3.4.3. Uji Pemberian Beras Siger terhadap Profil Kimia Darah, Gambaran Histologi Hati dan Ginjal Mencit Jantan

Mencit yang digunakan yaitu mencit jantan berumur 2 bulan dan bebas infeksi penyakit. Mencit diadaptasikan selama 7 hari di kandang hewan, Jurusan



Gambar 5. Alur pelaksanaan penelitian

3.5. Pengamatan

Pengamatan dilakukan terhadap kadar HCN, profil kimia darah yaitu eritrosit, leukosit, hematokrit dan hemoglobin, gambaran histologi hati dan ginjal.

3.5.1. Analisis Kadar HCN

Analisis kadar HCN dilakukan dengan menggunakan metode AOAC (1984).

Prinsip analisis kadar HCN menggunakan destilasi uap. Sampel sebanyak 10-20 g ditumbuk halus (20 mesh) kemudian ditambahkan dengan aquades dalam labu Kjeldahl dan di maserasi selama 2 jam. Kemudian ditambahkan lagi dengan 100 ml aquades dan didestilasi dengan uap (steam destilation). Destilat kemudian ditampung dalam Erlenmeyer yang telah diisi dengan 20 ml 0,02 N AgNO₃ dan 1 ml HNO₃. Setelah destilat mencapai 150 ml, destilasi dihentikan. Destilat disaring dengan Krus Gooch dan endapan yang mungkin ada dicuci dengan air. Kelebihan AgNO₃, dalam destilat dititrasi dengan K-thiosianat menggunakan indikator ferri.

1 ml AgNO₃ = 0,54 mg HCN

$$\text{Berat HCN} = \frac{\text{ml titrasi (blanko-contoh)}}{\text{ml titrasi blanko}} \times 20 \times \frac{\text{N. AgNO}_3}{0,02} \times 0,54 \text{ mg}$$

3.5.2. Profil Kimia Darah

Pengamatan terhadap profil kimia darah dilakukan di Laboratorium Patologi Balai Besar Penyidikan dan Pengujian Veteriner Regional III Provinsi Lampung.

Pengambilan darah mencit dilakukan pada jantung mencit dengan menggunakan jarum suntik sebanyak 1 cc. Darah kemudian ditampung dalam tabung EDTA 3 ml yang berisi antikoagulan K₂, dan segera dihomogenkan dengan cara membolak-balikkan tabung beberapa kali untuk menghindari penggumpalan trombosit dan pembekuan darah (Gandasoebarta, 1999). Jumlah eritrosit, jumlah leukosit dan kadar hemoglobin dianalisis menggunakan *Hematology Analyzer* dan dibaca hasilnya.

Nilai hematokrit dianalisis menggunakan metode Gandasoebrata (1999) yaitu darah mencit dihisap dengan hematokrit kapiler sebanyak tiga per empat. Kemudian ditutup bagian bawah dengan parafin. Lalu dimasukkan ke dalam sentrifuse 30 menit dengan kecepatan 4000 rpm dengan bagian yang tertutup mengarah keluar. Baca hasilnya dengan memperhatikan warna plasma di atas yang warna kuning, tebalnya lapisan putih di atas sel-sel merah yang tersusun dari leukosit dan trombosit (*buffy coat*) serta volume sel-sel darah merah.

3.5.3. Histotologi Hati dan Ginjal Mencit

Pengamatan terhadap hati dan ginjal mencit diawali dengan dimatikan mencit dengan cara anestesi menggunakan kloroform. Ketika mencit dirasa sudah mati, kemudian dilakukan pembedahan pada mencit dan diambil organ hati dan ginjal kemudian dilanjutkan dengan pembuatan preparat. Prosedur pembuatan preparat berdasarkan metode pembuatan preparat histologi dari Balai Besar Penyidikan dan Pengujian Veteriner Regional III Provinsi Lampung. Berikut merupakan langkah-langkahnya :

a. *Trimming*

1. Spesimen berupa potongan organ atau jaringan tubuh yang telah dipilih, segera difiksasi dengan larutan pengawet berupa : Buffer formalin atau 10% formalin. Perbandingan antara volume spesimen dengan larutan 1:10 guna mendapatkan hasil yang baik.
2. Sampel organ atau jaringan dicuci dengan air mengalir.
3. Sampel organ atau jaringan yang telah dicuci, kemudian dipotong dengan

ketebalan 2-4 mm.

4. Potongan jaringan tersebut dimasukkan ke dalam “*embedding cassette*”. Dalam satu “*embedding cassette*” dapat diisi 1-5 buah potongan jaringan disesuaikan dengan ukuran dari besar kecilnya potongan.
5. Potongan jaringan dicuci dengan air mengalir.

b. Dehidrasi

1. Air dituntaskan dengan meletakkan “*embedding cassette*” pada kertas tisu.
2. Berturut-turut dilakukan perlakuan sebagai berikut :

Tabel 5. Proses dehidrasi sampel jaringan

Tahap	Waktu	Zat Kimia
<i>Dehidration</i>	2 Jam	Alkohol 80 %
	2 Jam	Alkohol 95 %
	1 Jam	Alkohol 95 %
	1 Jam	Alkohol Absolut I
	1 Jam	Alkohol Absolut II
	1 Jam	Alkohol Absolut III
<i>Clearing</i>	1 Jam	Xylol I
	1 Jam	Xylol II
	1 Jam	Xylol III
<i>Impregnasi</i>	2 Jam	Paraffin I
	2 Jam	Paraffin II
	2 Jam	Paraffin III

c. Embedding

1. Sisa-sisa paraffin yang terdapat pada “*pan*” dibersihkan dengan memanaskan beberapa saat di atas api dan diusap dengan kapas.
2. Paraffin cair disiapkan dengan memasukkannya ke dalam cangkir logam, kemudian dimasukkan dalam oven dengan suhu diatas 58°C.
3. Paraffin cair dituangkan ke dalam “*pan*”.

4. Satu persatu jaringan dipindahkan dari “*embedding cassette*” ke dasar “*pan*” dengan mengatur jarak satu dengan yang lainnya.
5. “*Pan*” dimasukkan atau diapungkan ke dalam air.
6. Paraffin yang berisi jaringan tersebut dilepaskan dari “*pan*” dengan mengkondisikan suhu 4-6°C selama beberapa saat.
7. Paraffin dipotong-potong sesuai dengan letak jaringan yang ada dengan menggunakan skalpel / pisau hangat.
8. Diletakkan pada balok kayu dan diratakan pinggirnya, serta dibuat ujungnya sedikit meruncing
9. Blok paraffin siap dipotong dengan menggunakan mikrotom.

d. *Cutting*

1. Dilakukan pemotongan pada ruangan dingin.
2. Sebelum dipotong, blok terlebih dulu didinginkan.
3. Dilakukan pemotongan kasar dan dilanjutkan pemotongan halus dengan ketebalan 4-5 mikron.
4. Setelah pemotongan, lembaran jaringan yang paling baik dipilih untuk diapungkan pada air dan dihilangkan kerutannya dengan cara menekan salah satu sisi lembaran jaringan tersebut dengan ujung jarum dan sisi yang lain ditarik menggunakan kuas runcing.
5. Lembaran jaringan tersebut dipindahkan ke dalam waterbath selama beberapa detik hingga mengembang sempurna.

6. Dengan gerakan menyendok, lembaran jaringan diambil menggunakan slide bersih dan ditempatkan di tengah atau sampai pada sepertiga atas atau bawah, dicegah jangan sampai ada gelembung udara di bawah jaringan.
7. Slide yang berisi jaringan ditempatkan pada inkubator (suhu 37°C) selama 24 jam sampai jaringan melekat sempurna.

e. Staining (Pewarnaan) dengan Harris Hematoxylin Eosin

Setelah jaringan melekat sempurna pada slide terbaik, dipilih yang terbaik.

Selanjutnya, secara berurutan dimasukkan ke dalam zat kimia di bawah ini dengan waktu sebagai berikut :

Tabel 6. Proses pewarnaan dengan Harris Hematoxylin Eosin

Zat Kimia	Waktu
Xylol I	5 menit
Xylol II	5 menit
Xylol III	5 menit
Alkohol Absolut I	5 menit
Alkohol Absolut II	5 menit
Aquadest	1 menit
Harris Hematoxylin	20 menit
Aquadest	1 menit
Acid Alkohol	2-3 celupan
Aquadest	1 menit
Aquadest	15 menit
Eosin	2 menit
Alkohol 96 % I	2 menit
Alkohol 96 % II	3 menit
Alkohol Absolut III	3 menit
Alkohol Absolut IV	3 menit
Xylol IV	3 menit
Xylol V	3 menit

f. *Mounting*

Setelah pewarnaan selesai, slide ditempatkan di atas kertas tisu pada tempat datar, kemudian ditetesi dengan bahan mounting yaitu kanada balsam dan ditutup dengan *cover glass*. Slide dicegah jangan sampai terbentuk gelembung udara.

g. Pembacaan slide preparat dengan mikroskop

Slide diperiksa di bawah mikroskop cahaya dengan perbesaran 100 kali. Setiap preparat organ diamati dalam tiga lapang pandang. Kemudian dilakukan skoring terhadap kerusakan sel dimana untuk sel hati diamati berupa degenerasi keruh dengan kriteria seperti pada Tabel 7. Sedangkan untuk sel ginjal diamati terhadap kerusakan glomerulus dan tubulus seperti pada Tabel 8.

Tabel 7. Skoring kerusakan sel hati

Skor	Kerusakan
1	Degenerasi keruh <50%
2	Degenerasi keruh >50%

Tabel 8. Skoring kerusakan sel ginjal

Skor	Kerusakan	
	Glomerulus	Tubulus
0	Normal	Normal
1	Infiltrasi sel radang	Infiltrasi sel radang
2	Edema <i>spatium</i> Bowman	Pembengkakan sel epitel tubulus
3	Nekrosis	Nekrosis

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pemberian ransum beras siger dari ubi kayu racun tidak mempengaruhi profil darah mencit yaitu pada jumlah eritrosit, jumlah leukosit, kadar hemoglobin dan nilai hematokrit.
2. Pemberian ransum beras siger dari ubi kayu racun tidak mempengaruhi gambaran histologi hati mencit karena kerusakan ringan pada sel hati berupa degenerasi keruh bersifat *reversible* sehingga dapat pulih kembali.
3. Pemberian ransum beras sigier dari ubi kayu racun tidak mempengaruhi gambaran histologi ginjal mencit karena kerusakan ringan berupa edema *spatium* Bowman pada glomelurus dan pembengkakan sel epitel pada tubulus bersifat *reversible* sehingga dapat pulih kembali.

5.2. Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pemberian beras siger terutama dari ubi kayu racun terhadap gambaran histopatologi hati dan ginjal mencit jantan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abigail, L. B. 2010. Pengaruh Pemberian Ekstrak Cair Angkak (*Monascus purpureus* Went Rice) Terhadap Trombosit, Eritrosit, Hemoglobin, dan Hematokrit Pada Tikus Putih Jantan Yang Diinduksi Anilin. Skripsi. Universitas Indonesia. 79 hlm.
- Adriani, L., E. Hernawan., K. A. Kamil., A. Mushawwir. 2010. *Fisiologi Ternak*. Widya Padjajaran. Bandung. hlm 93-95.
- Andri, Y. I. 2013. Indeks Glikemik dan Karakterisasi Kimia Beras Analog Berbahan Dasar Jagung, Sorgum dan Sagu Aren. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. hlm 8.
- AOAC, 1984. *Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 14th ed.* AOAC, Inc. Arlington.
- Ariawan, M. 2008. Gambaran Histopatologi Hati dan Ginjal Mencit (*Mus Musculus*) Pasca Pemberian Daun Torbangun (*Coleus Amboinicus* Lour). Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Hlm 18.
- Assiam, N., I. Setyawati dan S.K, Sudirga. 2014. Pengaruh Dosis dan Lama Perlakuan Ekstrak Daun Kaliandra Merah (*Calliandra Calothyrsus* Meissn.) terhadap Struktur Histologi Ginjal Mencit (*Mus Musculus* L.). *Jurnal Simbiosis*. 2014;2(2):236-246.
- Azhar, M. 2009. Inulin Sebagai Prebiotik. *SAINSTEK*. XII(1): 1-8.
- Badan Ketahanan Pangan. 2012. Road Map Diversifikasi Pangan 2011-2015. Badan Ketahanan Pangan. Kementerian Pertanian RI. Jakarta.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2011. Varietas Unggul Ubi Kayu Untuk Bahan Pangan dan Bahan Industri. *J. Agroinovasi* 29 (3412) : 1-7.
- Badan Pusat Statistik. 2012. Statistik Indonesia dalam Angka-2011. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik. 2016. Luas Panen, Produktivitas, dan Produksi Tanaman Pangan Menurut Provinsi (Dinamis). <http://www.bps.go.id/webbeta/frontend/site/pilihdata>. Diakses pada tanggal 16 Februari 2017.

- Bahri, S. 1987. Peningkatan Daya Tahan Kambing Terhadap Racun Sianida. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 80 Hlm.
- Banks, W. J. 1986. *Applied Veterinary Histology, 2nd ed.* The Williams and Wilkins Company. USA. 527 p.
- Berata, I. K., I. W. Sudira., I. M. Swarayana dan Indrayadnya. 2012. Perubahan Histopatologi Hati Mencit (*Mus Musculus*) yang Diberikan Ekstrak Daun Ashitaba (*Angelickeiskei*). *Buletin Veteriner Udayana* 4 (2).
- Bourdoux, P., M. Mafuta., A. Hanson and M. Ermans . 1980 . *Cassava toxicity : The Role of Linamarin . Dalam : Role of cas sava in the etiology of endemic goitre and cretinism .* Ermans, Mbulamoko, Delange and Ahluwalia (eds) . IDRC-136e. hlm 15–27.
- Briawan, D. 2004. Pengembangan Diversifikasi Pangan Pokok Dalam Rangka Mendukung Ketahanan Pangan Nasional. Tesis Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. 10 Hlm.
- Buck, W.B., G.D. Osweiler dan G.A. Van Gelde. 1976. *Cyanide. Clinical and Diagnostic Veterinary Toxicology. 2nd Ed.* Kendall/Hunt Publishing Company. p 105-108.
- Budijanto, S dan Yuliyanti. 2012. Studi Persiapan Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor* L.Moench) dan Aplikasinya Pada Pembuatan Beras Analog. *J Tek Pert* 13(3):177-186.
- Carlson, M. P. 2010. *Cyanide Poisoning.* University of Nebraska. Lincoln. 4 p.
- Cohen, M. A., dan L. J. Guzzardi. 1984. A Letter on The Treatment Of Cyanide Poisoning. *Vet. Hum. Toxicol.* 26 (6) : 503-504.
- Conn, E. E. 1972. *Cyanogenic glukocides. Dalam: Toxicants occuring naturally in Foods.* Academic Press. New York.80:299-306.
- Contran, R. S., H. Rennke., V. Kumar. 2007. *Ginjal dan Sistem Penyalurnya. Dalam Kumar, Cotran, Robbin (ed).* Buku Ajar Patologi Robbins Volume 2. Edisi VII. EGC. Jakarta. pp: 572, 594-7.
- Darjanto. 1959. *Chasiat, Ratjlun, Dan Masakan Ketela Pohon.* Pusat Djawatan Pertanian Rakjat. Djakarta. 82 Hlm.
- Dellmann, H. D., J. A. Eurell. 2006. *Textbook of Veterinary Histology.* Ed ke-6. Blackwell Publishing. USA. 416 p.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1987. Analisis Obat Tradisional Jilid I. Jakarta. 139 Hlm.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1992. Daftar Komposisi Bahan Makanan. Bharata . Jakarta.

- Droge, W. 2002. Free Radicals in the Physiological Control of Cell Function. NCBI. 82(1):47-95.
- Dyce, K. M., W.O. Sack., C. J.G. Wensing. 2002. *Textbook of Veterinary Anatomy*. Ed ke-3. Elsevier. Philadelphia. 864 p.
- Elizabeth, J. C. 2009. *Buku Saku Patofisiologi Corwin*. Aditya Media. Jakarta. 842 Hlm.
- Fahrimal, Y., R. Eliawardani., A. Azhar., N.Asmilia,. 2014. Profil Darah Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) yang Diinfeksi Trypanosoma Evansi dan Diberikan Ekstrak Kulit Batang Jaloh (*Salix tetrasperma roxb*). *J. Kedokteran Hewan*, 8(2): 164-168.
- Frappier, B. L. 1998. *Digestive System*. Di dalam: Dellmann HD, Eurell JA, editor. *Textbook of Veterinary Histology*. Ed ke-5. Lippincott Williams dan Wilkins. Maryland. Hlm 164-202.
- Gandasoebrata, R. 1999. *Penuntun Laboratorium Klinik*. Penerbit Duan Rakyat. Jakarta. 159 Hlm.
- Ganong, W. F. 1985. *Fisiologi Kedokteran*. EGC. Penerbit Buku Kedokteran. Jakarta.
- Guyton, A. 1985. *Fisiologi Manusia dan Mekanisme Penyakit*. EGC. Jakarta.
- Guyton, 1995. *Fisologi Manusia dan Mekanisme Penyakit*. Buku Kedokteran. EGC. Jakarta. 821 Hlm.
- Guyton, A. C., Hall, J. E. 1997. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Edisi 9. EGC. Jakarta. 1428 Hlm.
- Guyton, A.C dan Hall. 2010. *Fisiologi Kedokteran edisi ke 12*. Penerjemah: Widjajakusuma MH dan Tanzil A. Jakarta. 612 Hlm.
- Guyton, A dan Hall, J. 2012. *Textbook of Medical Physiology (11 ed.)*. (Rachman,L.Y, Hartanto, H, Novrianti, A, Wulandari, N Penyunt.) Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta. 1120 Hlm.
- Halim. 2012. Beras Siger, Nasi atau Singkong?. <http://www.polinela.ac.id/>. Diakses 05 Februari 2017.
- Harada, T., E. Akiko., A. B. Gary., R. M. Robert. 1999. *Liver and Gallblader*. Di dalam: Maronpot RR, Gary AB, Beth WG, editor. *Pathology of The Mouse*. Cache River Press. USA. Hlm 119-171.
- Harper, M. dan S. Jeffrey. 2008. *Morphologic Effects of The Stress Response in Fish*. Experimental Pathology Laboratories Inc. in Sterling. Virginia. p 387-396.

- Hartono. 1992. *Histologi Veteriner. Organologi*. Laboratorium Histologi Jurusan Anatomi Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor. Bogor. Hlm 90.
- Haryono, B. 1978. *Hematologi Klinik. Bagian Kimia Medik Veteriner*. Fakultas Kedokteran Hewan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Henrikson, C. 1998. *Urinary System. Di dalam: Dellmann HD, Eurell JA, editor. Textbook of Veterinary Histology. Ed ke-5*. Lippincott Williams dan Wilkins. Maryland. Hlm 203-225.
- Hidayat, W., Isroli dan R. R. E. Widiastuti. 2013. Kadar Hemoglobin, Hematokrit, Dan Eritosit Burung Puyuh Jantan Umur 0-5 Minggu Yang Diberi Tambahan Kotoran Walet Dalam Ransum. *Animal Agriculture Journal*, Vol. 2. No. 1, 2013. p 209–216 .
- Hidayat, B. 2016. *Prospek Pengembangan Dan Teknologi Pengolahan Beras Siger*. UP Politeknik Negeri Lampung. Hlm 4.
- Himawan, S. 1992. *Kumpulan Kuliah Patologi*. UI Press. Jakarta. 448 Hlm.
- Hodgson, E., P. E. Levi. 2001. *A textbook of modern toxicology. 2nd Ed*. The McGraw-Hill. New York. p 492-500 .
- Hoffbrand, A.V., J.E. Pettit. 1996. *Kapita Selekta Hematologi. Ed ke-2*. Iyan D, penerjemah. Penerbit Buku Kedokteran, EGC. Terjemahan dari : Essential Hematology. Jakarta. 419 Hlm.
- Ihedioha, J. I., J.I. Ugwuja., O. A. Noel-Uneke., I. J. Udeani., G. Daniel-Igwe. 2012. Reference Values for the Haematology Profile of Conventional Grade Outbred Albino Mice (*Mus musculus*) in Nsukka, Eastern Nigeria. *ARI*. vol 9(2):1601-1612.
- Jeharatnam dan David, K. 2005. *Bahan Ajar Praktik Kedokteran Kerja ed 1*. EGC. Jakarta.
- Jensen, M. C. dan Clifford, W. S. Jr. 1984. *The Theory of Corporate Finance: A Historical Overview*. Mc Graw Hill. New York. 30 p.
- Juhryyah, S. 2008. Gambaran Histopatologi Organ Hati dan Ginjal Tikus pada Intoksikasi Akut Insektisida Metofluthrin, D-Phenothrin, D-Allethrin) dengan Dosis Bertingkat. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 75 Hlm.
- Kharisma, T. 2013. Formulasi beras analog putih berbasis pati sagu (*Metroxylon sagu R.*), singkong (*Manihot esculenta Crantz*), dan ampas kelapa (*Cocos nucifera L.*) Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 73 Hlm.
- Kimball, J. W. 1988. *Biologi. Edisi Kelima. Jilid 2*. Alih Bahasa: Siti Soetarmi Tjitrosomo dan Nawangsari Sugiri. Erlangga. Jakarta.
- Knight, A.P., G. W. Richard 2001. *A Guide to Plant Poisoning of*

- Animal in North America*. Teton New Media. USA. 367 p.
- Kuncoro, D. M. 1993. *Tanaman Yang Mengandung Zat Pengganggu*. CV. Amalia. Jakarta. 60 Hlm.
- Kurniawati, M. 2013. *Stabilisasi Bekatul Dan Penerapannya Pada Beras Analog*. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 88 Hlm.
- Kusumawati, D. 2004. *Bersahabat dengan Hewan Coba*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Lingga, P. 1993. *Bertanam Ubi-ubian*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Lu, F.C. 1995. *Toksikologi Dasar Asas Organ dan Penilaian Resiko Edisi 2*. UI. Press. Jakarta. 428 Hlm.
- Machmur, M., Dharulsyah, Sawit, M.H., Subagyo, A. dan Rachman, B. 2011. *Diversifikasi Pangan Solusi Tepat Membangun Ketahanan Pangan Nasional*. Badan Ketahanan Pangan Kementrian Pertanian 2011.
- Mac Lachlan, N.J., J.M. Cullen . 1995. *Liver, Biliary System, and Exocrine Pancreas*. Di dalam: Carlton WW, McGavin MD, editor. Thomson's Special Veterinary Pathology. Ed ke-2. New York: Mosby Yearbook. Hlm 81-115.
- Manggarwati, A. F. dan N. Susilaningih. 2010. *Uji Toksisitas Subkronis Ekstrak Valerian Pada Tikus Wistar: Studi Terhadap Gambaran Mikroskopis Ginjal dan Kadar Kreatinin*. Skripsi. Universitas Diponegoro.Semarang. Hlm 14.
- Martini, F. 1992. *Fundamentals of Anatomy and Physiology. Ed ke-2*. A Simon and Schuster Company. USA . 1264 p.
- Maxie, M.G. 1993. *The Urinary System. Di dalam: Jubb KVF, Peter CK dan Nigel P, editor. Pathology of Domestic Animals*. Ed ke-4. Volume ke-2. Academic Press. London. Hlm 447-538.
- McMillan, D.E., dan A.C. Svoboda on Ruminant Saliva. I. 1982. *The Composition and Output of Sheep's Saliva. Biochen. J.* 43:99-109.
- Mehta, A., Hoffbrand, V. 2006. *Haematology at a Glance*. diterjemahkan oleh : dr. Hunawarti Hartanto. Penerbit Erlangga. Jakarta. 128 p.
- Meredith, T.J. 1993. *Antidots for Poisoning by Cyanide*. <http://www.inchem.org/>. Diakses pada tanggal 26 November 2017.
- Meyer, D. J. and J.W. Harvey. 2004. *Veterinary Laboratory Medicine Interpretation and Diagnosis. 3rd ed*. Saunders. USA. 368 p.
- Mishra, A., Mishra HN,. Rao PS. 2012. *Preparation of Rice Analogues Using Extrusion Technology. Int J Food Sci Tech* 47:1789-1797. Doi:10.1111/j.1365-2621.2012.03035.

- Montogornery, D.R. 1980. *Cyanogen. Dalam: I.E. Liener (ed). Toxic constituents of plant foodstuffs*. Academic Press. New York. p 143-157.
- Muhartono., I, Windarti., D, Septia.L., Susanti. 2016. Risiko Herbisida Paraquat Diklorida terhadap Ginjal Tikus Putih *Sprague Dawley*. *Jurnal Kedokteran Brawijaya*, Vol. 29, No. 1, Februari 2016.
- Nesheim, M.C., Austic, R.E., Card, L.E. 1979. *Poultry Production. Ed ke-12*. Lea and Febiger. Philadelphia.
- Nisa, L.C. 2013. Uji Toksisitas Subkronik Polisakarida Krestin dari Ekstrak *Coriolus versicolor* terhadap Histologi Ginjal dan Kadar Kreatinin Mus *Musculus*. Skripsi. Universitas Airlangga. Sumatera Barat. 42 Hlm.
- Novary, E.W. 1997. *Penanganan dan Pengolahan Sayuran Segar*. Penebar Swadaya. Jakarta. Hlm 171-172.
- Noviasari, S., Kusnandar, F., Budijanto, S. 2013. Pengembangan Beras Analog Dengan Memanfaatkan Jagung Putih. *J Teknol Industri Pangan* 24:195-201. Doi: 10.6066/ jtip.2013.24.2.195.
- Nuraeni, D. 2006. Pendugaan Jumlah Sel Darah Merah (RBC) Melalui Nilai Hematokrit (PCV). Skripsi. Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor. Bogor. 43 Hlm.
- Osuntokun, B.O. 1980. *A Degenerative Neuropathy With Blindes and Chronic Cyanide Intoxication of Dietary Origin : The Evidence in The Nigerians. In: Toxicology in The Tropics. Amith, R.L., and E.A. Bababurni (Eds)*. Taylor and Prancis Ltd. London. p 16-52.
- Prabawati, S. 2011. *Manfaat Singkong. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian Bogor*. Jawa Barat.
- Price, S, Lorraine, M., 2006. *Patofisiologi : Konsep Klinis Proses-proses Penyakit. Volume 1. Edisi 6*. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta. 790 Hlm.
- Prihatman dan Kemal. 2000. *Budidaya Pertanian Ketela Pohon / Singkong (Manihot utilissima Pohl)*. Deputi Menegristek. Jakarta.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian (Pusdatin). 2013. Buletin Konsumsi Pangan Volume 4 No. 3 Tahun 2013. [<http://pusdatin.setjen.deptan.go.id>]. Diakses pada tanggal 11 Februari 2017.
- Rachmawati, R. 2010. Pengaruh Penambahan Tepung Jagung pada Pembuatan Tiwul Instan terhadap Daya Kembang dan Sifat Organoleptik. <http://digilib.unimus.ac.id>. Diakses tanggal Februari 2017.
- Ressang, A.A. 1984. *Patologi Khusus Veteriner. Edisi ke-2*. Percetakan Bali. Denpasar. Hlm 45-81.

- Rukmana, R. 1997. *Ubi Kayu Budi Daya dan Paska Panen*. Kanisius. Yogyakarta. 85 Hlm.
- Salasia, S.I.O dan B. Hariono. 2010. *Patologi Klinik Veteriner: Kasus Patologi Klinis*. Samudra Biru. Yogyakarta. 40 Hlm.
- Saleh, Y. A. 2014. Perbandingan Kemampuan Daya Tahan Jantung dan Paru-Paru Antara Siswa Kelas XI Pada Pembelajaran Pendidikan Jasmani Pagi Hari Dengan Siang Hari di SMAN 1 Kediri. *Jurnal Pendidikan Olahraga dan Kesehatan*, 02. Hlm 306-312.
- Samad, M. Y. 2003. Pembuatan Beras Tiruan (Artificial Rice) dari Bahan Baku Ubikayu dan Sagu. *Prosiding Seminar Teknologi untuk Negeri*, Vol II, 36-40.
- Schnellman, R.G., R. S. Goldstein. 2001. Toxic Responses of Kidney. In: Klaasen CD, editor. Casarett and Doull's toxicology the basic sciences of poisons. The Mc Graw-Hill. New York.
- Seely, J. C. 1999. *Kidney*. Di dalam: Maronpot RR, Gary AB, Beth WG, editor. *Pathology of The Mouse*. Cache River Press. USA. Hlm 207-226.
- Soelistijono, 2006. *Tanaman Singkong*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Soemarjo, P. 1992. Pemuliaan Ubikayu. *Simposium Pemuliaan Tanaman I Komda Jatim*.
- Sosrosoedirdjo, R. S. 1993. *Bercocok Tanam Ketela Pohon*. CV Yasaguna. Jakarta.
- Sturkie, P. D. 1976. *Alimentary canal anatomy, prehension, deglutition, feeding, drinking, passage of ingesta, and motility*. Di dalam: Sturkie PD, editor. *Avian Physiology*. Ed ke-3. Spinger-Verlag. New York. Hlm 185-195.
- Subekti, *et al.* 2013. Mortalitas dan Profil Hematologi Mencit Yang Diinfeksi Trypanosoma evansi Isolat Bangkalan, Pemalang dan Pidie. *Berita Biologi* 12 (2) – Agustus 2013. Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh.
- Sudiono, J., B. Komiadi., Andhy hendrawan, dan B. Djimantoro. 2003. *Ilmu Patologi*. Penerbit Buku Kedokteran. EGC. Jakarta. Hlm 13-14.
- Sumartono, 1987. *Ubi Kayu*. Bumirestu ev. Jakarta.
- Suprijatna, E., Umiyati, A. dan Ruhyat, K. 2005. *Ilmu Dasar Ternak Unggas*. Penebar Swadaya. Jakarta. 228 hlm.
- Swenson, M. J. 1984. *Duke's Physiology of Domestic Animals*. Ed ke-10. Cornell Univ. Ithaca and London.
- Sylvester, D. M., W.L. Hayton, R. L. Morgan, dan J. L. Way. 1983. *Effects of Thiosulphate on Cyanide Pharmacokinetics in Dogs*. *Toxicol. App. Pharmacol.* 69:265-271.

- Tortora, G. J. 2005. *Principles of human anatomy. Ed ke-10*. John wiley & sons, Inc. USA. 1344 p.
- Wales, J. 2010. Serum Darah. <http://www.wikipedia.com>. Diakses tgl 11 Februari 2017.
- Widman, F. K 1995. *Tinjauan Klinis Atas Hasil Pemeriksaan Laboratorium*. Edisi 9 diterjemahkan oleh Bagian Patologi Klinik FK UI/RSCM. Judul Asli "Clinical Interpretation Of Laboratory Test" ECG. Jakarta.
- Winarno, F. G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 253 hlm.
- Winarno, F. G. 2008. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Gramedia. Jakarta.
- Yuliarti, N. 2007. *Awas Bahaya di Balik Lezatnya Makanan*. CV Anndi Offset. Yogyakarta. 214 hlm.
- Zaeroni, R. dan Rustariyuni, S. D. 2016. Pengaruh produksi beras, konsumsi beras dan cadangan devisa terhadap impor beras di Indonesia. *E-Jurnal Ekonomi Pembangunan Universitas Udayana*. 5(9), 993-110.
- Zulfaningrum, H. 2016. Hubungan Antara Kadar Hemoglobin Dan Kapasitas Vital Paru Dengan Daya Tahan Kardiorespirasi Siswa Yang Mengikuti Ekstrakurikuler Bolabasket Di Smp Negeri 1 Jetis Kabupaten Bantul. Skripsi. Universitas Negeri Yogyakarta. 86 hlm.