

**PENGARUH PEMBERIAN CUKA SARI BUAH MANGROVE PEDADA
(*Sonneratia alba*) TERHADAP KADAR GLUKOSA DARAH TIKUS WISTAR
PUTIH (*Rattus novergicus*) DIABETES MELLITUS**

SKRIPSI

Oleh:

**EKA NURUL FITRIANI
NIM. 155080301111004**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

**PENGARUH PEMBERIAN CUKA SARI BUAH MANGROVE PEDADA
(*Sonneratia alba*) TERHADAP KADAR GLUKOSA DARAH TIKUS WISTAR
PUTIH (*Rattus novergicus*) DIABETES MELLITUS**

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan
Di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya

Oleh:

**EKA NURUL FITRIANI
NIM. 155080301111004**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

SKRIPSI

PENGARUH PEMBERIAN CUKA SARI BUAH MANGROVE PEDADA
(*Sonneratia alba*) TERHADAP KADAR GLUKOSA DARAH TIKUS WISTAR
PUTIH (*Rattus norvegicus*) DIABETES MELLITUS

Oleh :

EKA NURUL FITRIANI
NIM. 155080301111004

telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 05 Juli 2019
dan dinyatakan telah memenuhi syarat



Mengetahui
Ketua Jurusan Manajemen Sumberdaya
Perairan

Dr. Ir. Muhammad Firdaus, MP
NIP. 19680919 200501 1 001
Tanggal : 15 AUG 2019

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Hardoko, MS
NIP. 19620108 198802 1 001
Tanggal : 15 AUG 2019

LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : **PENGARUH PEMBERIAN CUKA SARI BUAH MANGROVE PEDADA (*SONNERATIA ALBA*) TERHADAP KADAR GLUKOSA DARAH TIKUS WISTAR PUTIH (*RATTUS NOVERGICUS*) DIABETES MELLITUS**

Nama Mahasiswa : EKA NURUL FITRIANI

NIM : 155080301111004

Program Studi : Teknologi Hasil Perikanan

PENGUJI PEMBIMBING:

Pembimbing 1 : DR. IR. HARDOKO, MS

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING:

Dosen Penguji 1 : DR. IR. BAMBANG BUDI S., MS

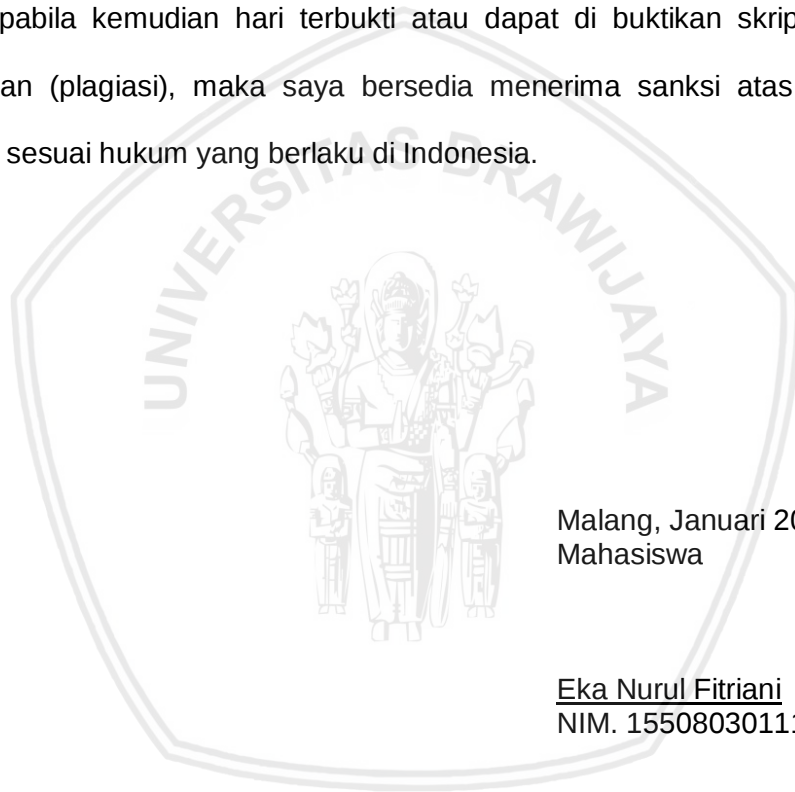
Dosen Penguji 2 : EKO WALUYO, S.Pi., M.Sc

Tanggal Ujian : 5 Juli 2019

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah tertulis atau di terbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat di buktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.



Malang, Januari 2019
Mahasiswa

Eka Nurul Fitriani
NIM. 155080301111004

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam membantu kelancaran penulisan Skripsi. Rasa syukur dan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada:

1. Allah SWT yang telah berkehendak atas segala kesempatan dan kemudahan yang telah diberikan selama ini.
2. Orang Tua tercinta (Bapak DSK. Slamet Teguh Santoso dan Ibu Holilah Ranu Suida) yang selalu mendukung dan mendoakan.
3. Bapak Dr. Ir. Hardoko, MS selaku dosen pembimbing yang selalu sabar dalam membimbing dan menasehati saya.
5. Teman - teman THP angkatan 2015 yang dengan sepenuh hati membantu dan memberikan dorongan semangat dalam penyelesaian Skripsi.
6. Serta seluruh pihak yang telah membantu penyelesaian Skripsi, yang tidak bisa disebutkan satu-persatu, saya ucapkan terima kasih.

RINGKASAN

EKA NURUL FITRIANI. Skripsi. Pengaruh Pemberian Cuka Sari Buah Mangrove Pedada (*Sonneratia alba*) Terhadap Kadar Glukosa Darah Tikus Wistar Putih (*Rattus novergicus*) Diabetes Mellitus (Dibawah Bimbingan **Dr. Ir. Hardoko, MS**)

Penyakit DM merupakan keadaan hiperglikemia kronik disertai berbagai kelainan metabolik akibat gangguan hormonal. Penyebabnya ialah berkurangnya hormon insulin yang dihasilkan oleh sekelompok sel beta di kelenjar pankreas yang sangat berperan dalam metabolisme glukosa dalam sel tubuh. Kerusakan sel beta pankreas menyebabkan tubuh tidak bisa menghasilkan insulin sehingga menyebabkan kadar glukosa darah meningkat (Suarsana *et al.*, 2010). Selama ini pengobatan DM yang telah dilakukan ialah injeksi insulin dan pemberian obat oral anti diabetes (OAD). Namun, metode tersebut memerlukan biaya yang besar dan beresiko menimbulkan efek samping yang berbahaya. Oleh karena itu penelitian ini mencoba mengembangkan suatu produk berbahan cuka yang dibuat dari sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) yang dapat dijadikan sebagai obat alternatif untuk antidiabetes. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari - Maret 2019 di Laboratorium Perekayasaan Hasil Perikanan, Laboratorium Nutrisi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang dan Laboratorium Gizi, Departemen Gizi Kesehatan, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga Surabaya.

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan rancangan percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 3 perlakuan yaitu pemberian pada dosis 0,2 ml/tikus/hari, 0,4 ml/tikus/hari/ dan 0,6 ml/tikus/hari. Perlakuan kontrol digunakan tikus dengan perlakuan kontrol (+) dengan pemberian obat *glibenclamide* dengan dosis 0,09 mg/tikus/hari, serta perlakuan kontrol (-) tikus dipaparkan aloksan tanpa pemberian cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*). Pengamatan yang dilakukan yaitu kadar glukosa darah, berat badan, jumlah ransum, dan berat feses tikus yang dilakukan pada hari ke 0, 7, 14 dan 21. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan *Analisis of Variance* (ANOVA) dan dilanjutkan dengan Uji Duncan.

Glukosa darah tikus mengalami penurunan paling signifikan pada perlakuan dosis 0,6 ml/tikus/hari setiap harinya hingga hari ke-21. Pada perlakuan ini lebih baik jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol (+).

Pemberian cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) perlakuan dosis yang berbeda memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap berat badan tikus. Pada dosis 0,6 ml/tikus/hari menunjukkan peningkatan yang signifikan terhadap berat badan tikus dibandingkan dengan dosis lainnya.

Pemberian cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) perlakuan dosis yang berbeda memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap jumlah ransum. Faktor penyebab semakin bertambahnya konsumsi ransum yaitu membaiknya nafsu makan seiring dengan semakin baik kondisi tikus.

Pemberian cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) perlakuan dosis yang berbeda memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap berat feses tikus. Perbedaan jumlah feses dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya yaitu jumlah ransum yang dikonsumsi dan dosis cuka yang diberikan.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah dosis cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) yang terbaik ialah dosis 0,6 ml/tikus/hari, namun apabila diaplikasikan ke manusia, dosis 0,2 ml/tikus/hari (11,2 ml/70 kg BB/hari) adalah dosis yang efektif dalam menurunkan kadar glukosa darah.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan ucapan syukur di panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul "**Pengaruh Pemberian Cuka Sari Buah Mangrove Pedada (*Sonneratia alba*) Terhadap Kadar Glukosa Darah Tikus Wistar Putih (*Rattus Novergicus*) Diabetes Mellitus**".

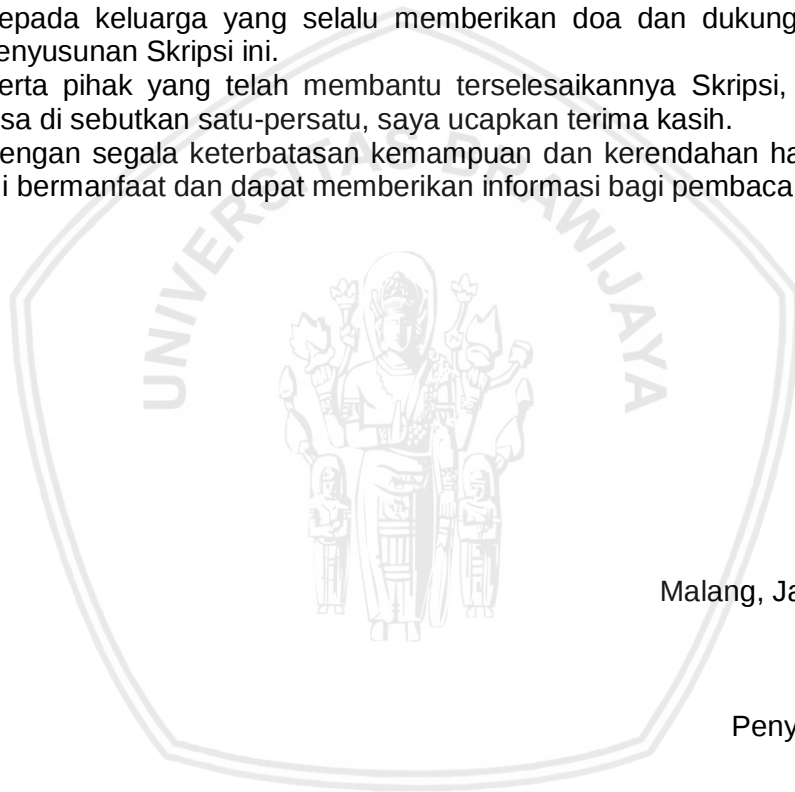
Atas terselesaikan Skripsi ini penulis menyampaikan terima kasih sedalam- dalamnya kepada:

1. Dr. Ir Hardoko, MS selaku Dosen Pembimbing, yang telah banyak memberikan pengarahan serta bimbingansejak penyusunan penelitian Skripsi samapai dengan selesainya penyusunan Skripsi ini.
2. Kepada keluarga yang selalu memberikan doa dan dukungan selama penyusunan Skripsi ini.
3. Serta pihak yang telah membantu terselesaikannya Skripsi, yang tidak bisa di sebutkan satu-persatu, saya ucapkan terima kasih.

Dengan segala keterbatasan kemampuan dan kerendahan hati, semoga Skripsi ini bermanfaat dan dapat memberikan informasi bagi pembaca. Aamin.

Malang, Januari 2019

Penyusun



DAFTAR ISI

	Halaman
SKRIPSI	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN ORISINALITAS	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
RINGKASAN.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
 1. PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Hipotesis	4
1.5 Kegunaan Penelitian	4
1.6 Waktu dan Tempat Penelitian	4
 2. TINJAUAN PUSTAKA	 5
2.1 Mangrove Pedada (<i>Sonneratia alba</i>).....	5
2.1.1 Kasifikasi dan Morfologi Mangrove Pedada (<i>Sonneratia alba</i>).....	5
2.1.2 Komposisi Gizi dan Bioaktif Buah Pedada	6
2.2 Sari Buah	7
2.3 Fermentasi.....	7
2.4 Bakteri dan Yeast yang Digunakan dalam Pembuatan Cuka	8
2.5 Cuka Buah	9
2.6 Manfaat Cuka Bagi Kesehatan	10
2.7 Diabetes Mellitus	12
2.7.1 Klasifikasi Diabetes Mellitus	12
 3. METODOLOGI PENELITIAN	 14
3.1 Bahan Penelitian	14
3.2 Alat Penelitian.....	15
3.3 Metode Penelitian.....	17
3.3.1 Perlakuan dan Rancangan Percobaan.....	17
3.3.2 Prosedur Penelitian.....	20
3.3.3 Parameter yang Diamati	30
3.3.4 Prosedur Analisis Parameter	30
3.4 Analisis Data.....	36
 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	 37
4.1 Kandungan Cuka Sari Buah Mangrove Pedada (<i>Sonneratia alba</i>)	37
4.2 Pengaruh Pemberian Aloksan terhadap Glukosa Darah Tikus Wistar Putih (<i>Ratus novergicus</i>).....	39
4.3 Pengaruh Pemberian Cuka Sari Buah Mangrove Pedada (<i>Sonneratia alba</i>) Terhadap Glukosa Darah, Berat Badan, Jumlah Ransum, dan Feses Tikus Wistar Hiperglikemia.....	40

4.3.1	Kadar Glukosa Darah	40
4.3.2	Berat Badan Tikus.....	47
4.3.3	Jumlah Ransum	50
4.3.4	Jumlah Feses	53
4.4	Uji Toksisitas (LC_{50}).....	56
5.	KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1	Kesimpulan	57
5.2	Saran	57
	DAFTAR PUSTAKA	58
	LAMPIRAN	64



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi kimia <i>Sonneratia alba</i>	6
2. Standar mutu cuka menurut SNI 01-4371-1996	10
3. Formula ransum tikus	15
4. Desain rancangan percobaan.....	20
5. Formulasi cuka sari buah mangrove pedada (<i>Sonneratia alba</i>)	23
6. Kandungan cuka sari buah mangrove pedada (<i>Sonneratia alba</i>)	37
7. Kadar glukosa darah tikus wistar putih (<i>Rattus novergicus</i>) sebelum dan sesudah aloksan	40
8. Glukosa darah tikus mencapai batas normal	46



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Mangrove pedada (<i>Sonneratia alba</i>).....	5
2. Diagram alir pembuatan sari buah mangrove (<i>Sonneratia alba</i>).....	21
3. Diagram alir pembuatan cuka sari buah mangrove pedada (<i>Sonneratia alba</i>).....	24
4. Prosedur pemberian cuka sari buah mangrove pedada (<i>Sonneratia alba</i>) dan obat <i>glibenclamide</i> pada tikus.....	29
5. Histogram kadar glukosa darah tikus selama 21 hari.....	41
6. Grafik persen perubahan kadar glukosa darah selama 21 hari.....	43
7. Grafik regresi kadar glukosa darah tikus.....	45
8. Histogram berat badan tikus selama 21 hari.....	48
9. Grafik persen perubahan berat badan tikus selama 21 hari.....	49
10. Histogram konsumsi ransum tikus selama 21 hari.....	51
11. Grafik persen perubahan ransum tikus selama 21 hari.....	52
12. Histogram jumlah feses tikus selama 21 hari.....	54
13. Grafik persen perubahan jumlah feses selama 21 hari.....	55



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Keterangan kelaikan etik penelitian	65
2. Hasil uji flavonoid cuka sari buah mangrove pedada (<i>Sonneratia alba</i>).....	66
3. Surat penelitian	67
4. Data glukosa darah tikus dan hasil ANOVA.....	68
5. Data berat badan tikus dan hasil ANOVA	74
6. Data hasil ransum pakan tikus dan hasil ANOVA	78
7. Data hasil berat feses tikus dan hasil ANOVA	82
8. Perhitungan uji toksisitas (LC_{50})	86
9. Pembuatan sari buah mangrove pedada (<i>Sonneratia alba</i>)	91
10. Pembuatan cuka sari buah mangrove pedada (<i>Sonneratia alba</i>)	92



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Diabetes Mellitus (DM) ialah salah satu penyakit degeneratif yang menjadi ancaman utama bagi kesehatan manusia. Penyakit DM merupakan keadaan hiperglikemia kronik disertai berbagai kelainan metabolik akibat gangguan hormonal. Penyebabnya ialah berkurangnya hormon insulin yang dihasilkan oleh sekelompok sel beta di kelenjar pankreas yang sangat berperan dalam metabolisme glukosa dalam sel tubuh. Kerusakan sel beta pankreas menyebabkan tubuh tidak bisa menghasilkan insulin sehingga menyebabkan kadar glukosa darah meningkat (Suarsana *et al.*, 2010).

Selama ini pengobatan DM yang telah dilakukan ialah injeksi insulin dan pemberian obat oral anti diabetes (OAD). Namun, metode tersebut memerlukan biaya yang besar dan beresiko menimbulkan efek samping yang berbahaya. Mahalnya biaya pengobatan DM memicu para peneliti untuk mencari obat alternatif dari bahan alami yang dapat dijangkau oleh masyarakat serta memiliki efek samping minimal dibandingkan pengobatan kimia (Zubaidah dan Indri, 2016).

Tumbuhan mangrove memiliki potensi sebagai bahan obat yang sangat besar. Tumbuhan ini kaya akan steroid, triterpen, saponin, flavonoid, alkaloid, dan tanin. Secara tradisional, kandungan bioaktif tumbuhan mangrove banyak digunakan sebagai bahan obat yang mencakup anti helmintik, anti mikrobia, anti jamur, anti kanker, anti tumor, anti diare, pendarahan, analgesik, inflamasi, disinfektan, serta anti oksidan dan astringen (Setyawan dan Winarno, 2006).

Mangrove adalah individu jenis tumbuhan maupun komunitas tumbuhan yang tumbuh di daerah pasang surut. Hutan mangrove adalah hutan yang tumbuh di muara sungai, daerah pasang surut atau tepi laut. Tumbuhan

mangrove bersifat unik karena merupakan gabungan dari ciri-ciri tumbuhan yang hidup di darat dan di laut (Mulyadi, 2009). Ada sekitar 7 spesies mangrove yang telah ditemukan di tepi jembatan suramadu sisi Surabaya oleh Susanto *et al.*(2013), beberapa di antaranya adalah *Avicennia marina*, *Rhizophora apiculata*, *Xylocarpus molucensis*, *Sonneratia alba* dan lain-lain.

Sonneratia alba merupakan jenis mangrove yang telah dimanfaatkan sebagai produk dodol, wajik, permen dan sirup. Salah satu manfaat dari jenis mangrove *Sonneratia alba* yang jarang ditemui adalah cuka. Mangrove *Sonneratia alba* memiliki kandungan yang baik untuk pembuatan cuka yaitu 8 steroid, 9 triterpen, 3 flavonoid dan 4 turunan karboksil benzene (Hamzah, 2013).

Cuka merupakan cairan hasil fermentasi dari bahan yang mengandung pati dan gula. Pada cuka terdapat suatu larutan asam asetat dalam air. Cuka mengandung cita rasa, zat warna dan substansi yang terekstrak, asam buah, garam-garam organik dari buah yang berbeda-beda sesuai dengan asalnya (Zubaidah dan Christina, 2014). Cuka dapat terbuat dari jenis buah-buahan yang mengandung gula ataupun alkohol seperti anggur, pisang, apel, dan lain-lain (Orey, 2008). Cuka apel (*Apple Cider Vinegar*) adalah cairan fermentasi buah apel yang difermentasi oleh khamir dan bakteri asam asetat (Yulianti *et al.*, 2007). Cuka apel diproses melalui pengekstrakan sari buah apel sebagai substrat fermentasi alkohol. Fermentasi cuka buah menghasilkan kandungan senyawa yang bermanfaat sebagai pencegahan atau meminimalkan terjadinya suatu penyakit (Nugraheni, 2011). Pada cuka apel terdapat kandungan asam asetat, tanin dan flavonoid yang dapat memberikan pengaruh terhadap kadar glukosa darah. Pemberian cuka salak 0.4 ml/tikus dan cuka apel 0.4 ml/tikus berpengaruh nyata pada penurunan kadar glukosa darah tikus diabetes mellitus (Zubaidah dan Indri, 2016).

Berdasarkan pernyataan diatas, diketahui bahwa tumbuhan mangrove banyak mengandung senyawa aktif dengan berbagai manfaat bagi kesehatan. Oleh karena itu penelitian ini mencoba mengembangkan dengan membuat cuka dari sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) yang dapat dijadikan alternatif sebagai antidiabetes.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, didapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapa dosis yang efektif pada cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dalam menurunkan kadar glukosa darah tikus wistar putih (*Rattus novergicus*) diabetes mellitus?
2. Berapa lama waktu pemberian cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dengan 3 dosis yang berbeda dalam menurunkan kadar glukosa darah tikus wistar putih (*Rattus novergicus*) diabetes mellitus?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dalam menurunkan kadar glukosa darah tikus wistar putih (*Rattus novergicus*) diabetes mellitus.

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan dosis yang efektif pada cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) terhadap penurunan kadar glukosa darah tikus wistar putih (*Rattus novergicus*) diabetes mellitus.
2. Menentukan lama waktu pemberian cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dalam 3 dosis yang berbeda terhadap penurunan kadar glukosa darah tikus wistar putih (*Rattus novergicus*) diabetes mellitus.

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang mendasari penelitian ini adalah:

- H0 : Diduga pemberian cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) tidak berpengaruh terhadap penurunan kadar glukosa darah tikus wistar putih (*Rattus novergicus*) diabetes mellitus.
- H1 : Diduga pemberian cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) berpengaruh terhadap penurunan kadar glukosa darah tikus wistar putih (*Rattus novergicus*) diabetes mellitus.

1.5 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui manfaat dari sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) yang diolah kedalam bentuk cuka sebagai salah satu produk perikanan yang mempunyai manfaat dalam penurunan kadar glukosa darah penderita diabetes milletus.

1.6 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai Maret 2019 di Laboratorium Ilmu Teknologi Hasil Perikanan Divisi Keamanan Hasil Perikanan dan Divisi Nutrisi dan Pakan Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang dan Laboratorium Gizi, Departemen Gizi Kesehatan, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga Surabaya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mangrove Pedada (*Sonneratia alba*)

2.1.1 Kasifikasi dan Morfologi Mangrove Pedada (*Sonneratia alba*)

Mangrove pedada (*Sonneratia alba*) menurut Imran *et al.* (2016), biasanya tumbuh pada substrat dari kombinasi antara batu, lumpur dan pasir. Ketinggian pohonnya mencapai 30-70 cm dengan kulit kayu berwarna coklat. Akar muncul dari tanah sebagai akar nafas yang berbentuk kerucut tumpul, sedangkan akar dibawah tawah berbentuk kabel. Mangrove pedada memiliki daun berwarna hijau dan berbentuk bulat telur. Berikut ini adalah klasifikasi dari *Sonneratia alba* :

Kingdom : *Plantae*
Kelas : *Magnoliopsida*
Ordo : *Myrtales*
Famili : *Lythraceae*
Genus : *Sonneratia*
Spesies : *Sonneratia alba*



Gambar 1. Mangrove pedada (*Sonneratia alba*)
(Google image, 2018)

Struktur lain menurut Safnowandi (2015), *sonneratia alba* tersusun berseberangan pada cabang yang sama. Daun berbentuk bulat telur atau obovatus, dan ujung daun bentuk emerginate. Ganggang daunnya memiliki panjang rata-rata 6-15 nm, bunganya membentuk kelompok satu hingga tiga

bunga berkelompok. Dikelilingi daun mahkota berwarna putih dan mudah rontok. Kelopak berjumlah 6-8. Bentuk daun seperti lonceng dengan warna bagian luar hijau dan di dalam kemerahan.

Buah *sonneratia alba* berbentuk seperti bola dengan ujung bertangkai dan bagian dasar terbungkus kelopak bunga. Buah bersifat tidak akan membuka pada saat telah matang. Ukuran buah berdiameter 3,5-4,5 cm dengan warna hijau, permukaan halus dengan kelopak bentuk cawan yang menutupi dasar. Buah mengandung 150-200 biji (Baderan, 2015).

2.1.2 Komposisi Gizi dan Bioaktif Buah Pedada

Kandungan buah mangrove *Sonneratia alba* menurut penelitian Cahyadi (2018), adalah alkaloid, fenol hidrokuinon, flavonoid, dan saponin. Flavonoid merupakan golongan terbesar dari senyawa fenol. Senyawa fenol mempunyai sifat efektif dalam menghambat pertumbuhan virus, bakteri dan jamur. Senyawa-senyawa flavonoid umumnya bersifat antioksidan.

Sonneratia alba memiliki beberapa kandungan senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Senyawa-senyawa tersebut yaitu sukrosa, sterol, polyol, triterpenoid, nukleotida, silitol, dan mineral. Selain itu juga terdapat 24 senyawa fitokimia yaitu 8 steroid, 9 triterpen, 3 flavonoid dan 4 turunan karboksil benzene. Komposisi kimia *Sonneratia alba* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia *Sonneratia alba*

Zat gizi	Jumlah (%)
Kadar air	84,76
Kadar abu	8,40
Kadar lemak	4,82
Kadar protein	9,21
Kadar karbohidrat	77,57

Sumber : (Afriyanto *et al.*, 2016)

2.2 Sari Buah

Sari buah merupakan cairan yang jernih atau hampir jernih yang tidak mengalami proses fermentasi. Sari buah diperoleh dengan cara pengepresan atau penghancuran buah-buahan yang telah masak dan segar. Pada pembuatan sari buah dapat dilakukan penambahan air untuk mengencerkan bubur buah. Biasanya sari buah mengandung zat pektin yang menyebabkan cairan sari buah keruh dan terdapat endapan (Yeni, 2005).

Sari buah menurut Sa'adah (2015), merupakan hasil pengepresan atau hasil ekstraksi buah yang sudah disaring. Sari buah adalah cairan yang diperoleh dari bagian buah yang dapat dimakan yang dicuci, dihancurkan, dijernihkan (jika dibutuhkan), dengan atau tanpa pasteurisasi dan dikemas untuk dapat dikonsumsi langsung. Sari buah pada umumnya dibuat dengan cara menghancurkan daging buah dan kemudian ditekan untuk memperoleh sarinya. Gula ditambahkan pada proses pembuatan sebagai pemanis sari buah. Pengawet biasanya ditambahkan untuk memperpanjang daya simpan pada sari buah, selanjutnya cairan tersebut disaring.

2.3 Fermentasi

Fermentasi adalah proses pengolahan pangan dengan menggunakan mikroorganisme yang memproduksi asam dan alkohol untuk menghasilkan produk dengan karakteristik flavor dan aroma yang khas. Proses fermentasi memerlukan, mikroba sebagai inokulum, tempat fermentasi, substrat sebagai tempat tumbuh dan sumber nutrisi bagi mikroba. Apel *cider vinegar* adalah produk fermentasi sari buah apel dimana gula dari apel tersebut dipecah oleh bakteri dan jamur. Pada awal fermentasi, gula berubah menjadi alkohol. Alkohol terfermentasi menjadi cuka apel yang bermanfaat sebagai antibakteri dan antiseptic (Nendissa, 2015).

Prinsip fermentasi cuka melalui 2 tahap, yaitu fermentasi alkohol dan fermentasi asam asetat. Fermentasi alkohol melibatkan aktivitas *Saccharomyces cerevisiae* yang mengubah gula-gula sederhana menjadi alkohol dalam kondisi anaerob. Tahap kedua fermentasi asam asetat melibatkan aktivitas bakteri *Acetobacter aceti* yang mengubah alkohol dengan kadar tertentu menjadi sejumlah asam asetat dalam kondisi aerob. Lama fermentasi berpengaruh terhadap karakteristik cuka fermentasi, karena semakin lama fermentasi kadar alkohol akan meningkat. Namun bila fermentasi terlalu lama nutrisi dalam substrat akan habis dan khamir *Saccaromyces cerevisiae* tidak lagi dapat memfermentasi bahan (Putri *et al.*, 2016).

2.4 Bakteri dan Yeast yang Digunakan dalam Pembuatan Cuka

Bakteri yang digunakan untuk fermentasi cuka menurut Zubaidah dan Christina (2014), adalah yeast *Saccharomyces cerevisiae* dan bakteri *Acetobacter aceti*. Fermentasi dilakukan pada suhu kamar dalam kondisi aerob serta dibantu oleh shaker sebagai alat untuk aerasi.

a. *Saccharomyces cerevisiae*

S. cerevisiae merupakan khamir sejati eukariot yang secara morfologi hanya membentuk blastospora berbentuk bulat lonjong, silindris, oval atau bulat telur yang dipengaruhi oleh strainnya. Reproduksi dipengaruhi oleh keadaan lingkungan serta jumlah nutrisi yang tersedia bagi pertumbuhan sel. Penampilan makroskopik mempunyai koloni berbentuk bulat, warna kuning muda, permukaan berkilau, licin, tekstur lunak dan memiliki sel bulat dengan askospora 1-8 buah. Khamir dapat berkembang biak dalam gula sederhana seperti glukosa, maupun gula kompleks disakarida yaitu sukrosa. Selain itu untuk menunjang kebutuhan hidup diperlukan oksigen, karbohidrat, dan nitrogen. Pada uji fermentasi gula-

gula mempunyai reaksi positif pada gula dekstrosa, galaktosa, sukrosa, maltosa, raffinosa, trehalosa, dan negatif pada gula laktosa (Ahmad, 2005).

Beberapa organisme seperti *S. cerevisiae* dapat hidup baik dalam kondisi lingkungan cukup oksigen maupun kurang oksigen. Dalam keadaan cukup oksigen, *S. cerevisiae* akan melakukan respirasi biasa. Akan tetapi, jika dalam keadaan lingkungan yang kurang oksigen, *S. cerevisiae* akan melakukan proses fermentasi (Nendissa *et al.*, 2015).

Fermentasi pembentukan alkohol dengan yeast *Saccharomyces cerevisiae* menghasilkan asam laktat, asetaldehid, gliserol dan asam asetat. Etanol yang diperoleh maksimal hanya sekitar 15%. Khamir jenis ini juga dapat digunakan dalam pembuatan bir, anggur, dan lebih banyak berperan dalam pembuatan roti (Kwartiningsih dan Mulyati, 2005).

b. *Acetobacter aceti*

Bakteri *Acetobacter aceti* merubah alkohol menjadi asam asetat dan air dalam proses fermentasi. Reaksi yang terjadi adalah reaksi aerob. Pada fermentasi pembentukan asam asetat tersebut terjadi perubahan etanol menjadi asam asetat melalui pembentukan asetaldehid (Kwartiningsih dan Mulyati, 2005).

2.5 Cuka Buah

Cuka adalah larutan encer asam asetat yang dihasilkan melalui dua tahap fermentasi, yaitu proses fermentasi gula menjadi etanol oleh sel khamir dan proses oksidasi etanol menjadi asam asetat oleh bakteri asam asetat. Proses pembuatan cuka buah ini meliputi fermentasi alkohol dan asam asetat. Proses pertama melibatkan aktivitas *S. cerevisiae* yang mengubah gula-gula sederhana menjadi alkohol dalam kondisi anaerob, sedangkan proses kedua melibatkan aktivitas bakteri *Acetobacter acetii* yang mengubah alkohol dengan kadar

tertentu menjadi sejumlah asam asetat dalam kondisi aerob (Nendissa *et al.*, 2015).

Cuka salak pada penelitian Zubaidah dan Indri (2016), mengandung asam asetat, tanin dan flavonoid. Flavonoid tergolong dalam senyawa fenol. Senyawa fenol memiliki hubungan dengan aktivitas antioksidan yang memberikan pengaruh terhadap kadar gula darah. Cuka apel merupakan hasil dari fermentasi alami buah apel murni yang memiliki antioksidan seperti flavonoid. Pemberian cuka salak dan cuka apel dapat menurunkan kadar glukosa darah tikus diabetes mellitus.

Standar mutu dari cuka menurut SNI 01-4371-1996 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Standar mutu cuka menurut SNI 01-4371-1996

No.	Test kriteria	Unit	Kebutuhan
1	Keadaan		
	- Bentuk	-	Cairan encer
	- Bau	-	Khas as. Asetat
2	Kadar asam asetat	%b/b	Min. 4
3	NaCl	%b/b	Min 30
4	Sisa alkohol	%b/b	Maks. 10
5	Padatan terlarut	%b/b	Maks. 1.5
6	Total gula	%b/b	Min. 15
7	Cemaran logam		
	- Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 1
	- Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 5
	- Seng (Zn)	mg/kg	Maks. 2
8	Cemaran mikroba	koloni/g	Maks. 50
9	Cemaran arsen	mg/kg	Maks. 0,4

Sumber : SNI 01-4371-1996

2.6 Manfaat Cuka Bagi Kesehatan

Asam asetat atau asam cuka yang dihasilkan dalam fermentasi menggunakan bakteri asam asetat dari bahan dasar apel disebut juga *cider* atau lebih dikenal dengan nama cuka apel. Cuka apel memiliki berbagai manfaat seperti penambah rasa, pengawet bahan makanan bahkan untuk pengobatan sehari-hari dalam rumah tangga sudah dikenal sejak beberapa kurun waktu.

Manfaat kesehatan yang khasiatnya untuk mencegah dan mengatasi gangguan kesehatan juga sudah dikenal di beberapa negara (Caturryanti *et al.*, 2008).

Vinegar merupakan produk hasil fermentasi bahan yang mengandung gula atau pati menjadi alkohol, kemudian difermentasi lebih lanjut menjadi *vinegar* yang mempunyai kandungan asam asetat minimal 4 gram/100mL (Kwartiningsih dan Mulyati, 2005). Asam asetat yang terkandung dalam cuka memiliki kemampuan untuk memperlambat enzim disakaridase dalam proses metabolisme karbohidrat sehingga dapat menurunkan glukosa dalam darah. Kombinasi antara kandungan asam asetat, senyawa aktif flavonoid serta antioksidan yang terkandung dalam cuka buah dapat mencegah reaksi oksidatif sehingga dapat memperbaiki kerusakan sel beta pankreas dan meningkatkan sekresi insulin (Zubaidah dan Izzati, 2015). Pada penelitian Zubaidah *et. al.* (2016), tikus diabetes mellitus yang diberi cuka salak 0,4 ml/tikus selama 28 hari menunjukkan penurunan kadar glukosa darah sebesar 61,89%.

Asam asetat dalam cuka apel berperan sebagai antioksidan dengan memperbaiki enzim pada hepar seperti GSH (Mohamad *et al.*, 2015). Kandungan fenol sebesar 132,55 mg/L inilah yang berfungsi sebagai antioksidan alami dalam membantu menetralkan radikal bebas hasil proses oksidasi dalam tubuh (Zubaidah, 2011). Pada penelitian Saber (2011), menyatakan bahwa pemberian cuka apel pada tikus diabetes dapat menurunkan kadar glukosa darah, diduga cuka apel memiliki senyawa yang menyerupai *sulfonylurea* yang dapat menstimulasi sel beta pankreas untuk meningkatkan produksi insulin. Pada penelitian Kristiani (2012), menunjukkan perlakuan terbaik cuka anggur bali pada perlakuan buah anggur utuh dengan proporsi buah:air 1:1 memiliki aktivitas antibakteri *Escherichia coli* 3,2 cm dan aktivitas antibakteri *Staphylococcus aureus* 2,7 cm.

2.7 Diabetes Mellitus

Diabetes mellitus (DM) adalah penyakit kronis yang ditandai dengan kadar glukosa darah (KGD) yang tinggi (hiperglikemia) akibat pengaturan homeostasis glukosa tidak berjalan sempurna (Ridwan *et al.*, 2012). Penyakit ini ditandai dengan terjadinya hiperglikemia dan gangguan metabolisme karbohidrat, protein, dan lemak yang dihubungkan dengan kekurangan secara absolut atau sekresi insulin. Gejala dari diabetes mellitus yaitu polidipsia, poliuria, polifagia, penurunan berat badan dan kesemutan (Fatimah, 2015).

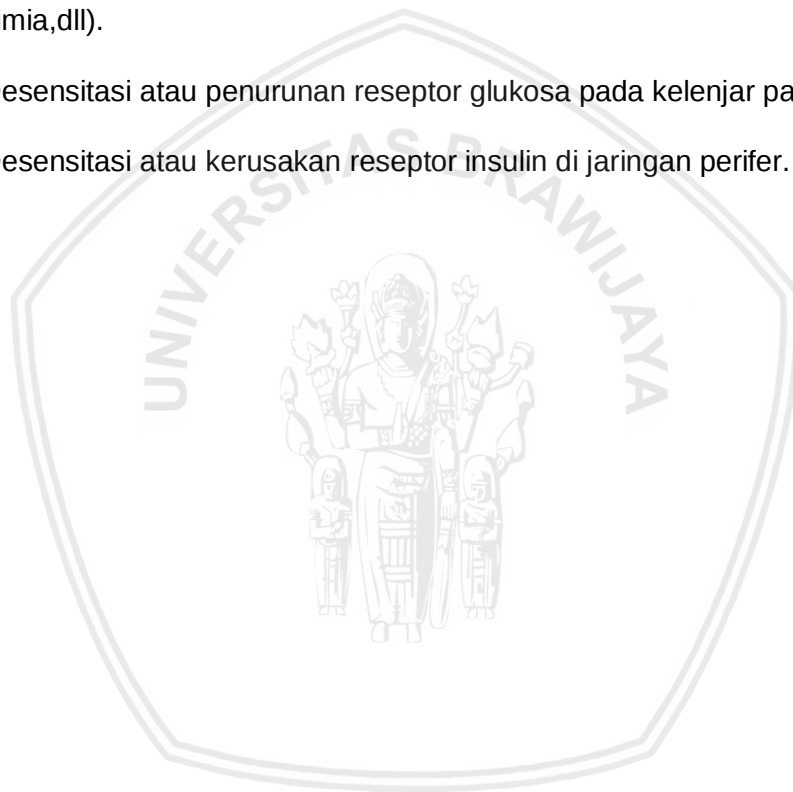
Faktor-faktor terjadinya penyakit diabetes mellitus adalah genetik, pertambahan usia, kurangnya aktivitas fisik dan pola makan yang tidak seimbang sehingga memicu terjadinya obesitas. Asupan energi yang berlebihan akan meningkatkan resistensi insulin serta terjadi kenaikan berat badan yang signifikan. Diet tinggi kalori, tinggi lemak dan rendah karbohidrat berkaitan dengan diabetes mellitus tipe 2 (Azrimaidaliza, 2011).

2.7.1 Klasifikasi Diabetes Mellitus

Diabetes mellitus (DM) tipe 1 adalah kelainan metabolik yang disebabkan oleh reaksi autoimun, menyebabkan kerusakan pada sel beta pankreas yang ditandai dengan hiperglikemi kronik akibat kekurangan insulin berat. Penyakit DM dapat menimbulkan komplikasi jangka pendek dan komplikasi jangka panjang. Komplikasi jangka pendek yaitu hipoglikemi dan ketoasidosis. Ketoasidosis diabetik (KAD) adalah diagnosis pertama DM tipe 1 atau pasien lama akibat pemakaian insulin yang salah. Komplikasi jangka panjang terjadi akibat perubahan mikrovaskular berupa retinopati, nefropati, dan neuropati. Retinopati merupakan komplikasi yang dijumpai pada pasien DM tipe 1 yang telah menderita lebih dari 8 tahun (Himawan *et al.*, 2009).

Diabetes Mellitus Tipe 2 menurut Fatimah (2015), adalah penyakit gangguan metabolik yang ditandai oleh kenaikan gula darah akibat penurunan sekresi insulin oleh sel beta pankreas dan atau gangguan fungsi insulin (resistensi insulin). Diabetes melitus merupakan penyakit yang disebabkan oleh adanya kekurangan insulin secara relatif maupun absolut. Defisiensi insulin dapat terjadi melalui 3 jalan, yaitu:

- a. Rusaknya sel-sel B pankreas karena pengaruh dari luar (virus,zat kimia,dll).
- b. Desensitasi atau penurunan reseptor glukosa pada kelenjar pankreas.
- c. Desensitasi atau kerusakan reseptor insulin di jaringan perifer.



3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bahan Penelitian

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah masak *Sonneratia alba* yang diperoleh dari Kawasan Konservasi Mangrove kota Bontang, Kalimantan Timur.

Bahan-bahan yang digunakan dalam proses pembuatan cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) adalah sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*), gula pasir, *Sacharomyces cerevisiae*, *Acetobacter aceti*, kertas saring *whatman* dan air.

Bahan-bahan yang digunakan untuk analisis kimia yaitu magnesium produksi Merck, amil alkohol produksi Merck, asam galat produksi Aldrich, etanol produksi Merck, alkohol produksi Merck, reagen *Folin Ciocalteu* produksi Merck, Na_2CO_3 produksi Merck, aquades dan cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*).

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan ransum tikus adalah tepung jagung, kasein, minyak jagung, campuran mineral, campuran vitamin, selulosa, dan air yang diperoleh dari Laboratorium Gizi, Departemen Gizi Kesehatan, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga Surabaya. Komposisi ransum tikus disesuaikan dengan standar AOAC (2005), yang terdiri dari karbohidrat 70%, protein 10%, lemak 8%, mineral 5%, serat 1%, vitamin 1%, dan air 5%. Komposisi ransum tikus dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Formula ransum tikus

Bahan	Jumlah (g)
Tepung jagung	70,52
Kasein	11,48
Minyak jagung	7,76
Campuran mineral	4,47
Campuran vitamin	1
Selulosa	1
Air	4,31

Sumber : Laboratorium Gizi, Departemen Gizi Kesehatan, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga Surabaya.

Bahan-bahan yang digunakan untuk analisis kadar glukosa darah tikus adalah sampel berupa serum darah, reagen *kit glucose* GOD PAP produksi Diasys Germany, *Glucose standard* FS produksi Diasys Germany, dan aquades yang diperoleh dari Laboratorium Gizi, Departemen Gizi Kesehatan, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga Surabaya.

Bahan lain yang digunakan yaitu obat Anti Diabetik *glibenclamide* 5 mg yang dapat bekerja aktif menurunkan kadar glukosa darah, *Alloxan monohydrate* merk ALDRICH untuk pengkondisian tikus diabetes mellitus.

3.2 Alat Penelitian

Hewan uji yang digunakan pada penelitian ini adalah tikus wistar putih (*Rattus novergicus*). Tikus percobaan dalam penelitian ini merupakan hewan coba yang sering digunakan untuk penelitian diabetes melitus. Tikus wistar menjadi salah satu *strain* tikus paling populer yang digunakan di laboratorium, hal ini dikarenakan harganya yang murah dan perawatannya yang mudah. Tikus wistar juga mudah dikembangbiakan. Tikus wistar mempunyai kemampuan metabolik yang relatif cepat sehingga lebih sensitif bila digunakan dalam penelitian yang berhubungan dengan metabolik tubuh. Ada dua sifat utama yang membedakan tikus dengan hewan coba lain menurut Wulandari (2010), yaitu tikus tidak dapat muntah ketika proses pencekakan menggunakan sonde

lambung karena struktur anatomi yang tidak lazim pada tempat yang bermuara esofagus ke dalam lambung dan tidak memiliki kandung empedu.

Tikus wistar putih (*Rattus norvegicus*) yang digunakan adalah tikus berjenis kelamin jantan berumur 2,5- 3 bulan dengan berat badan 100-200 g. Digunakan tikus jantan karena tikus betina bersifat hormonal. Tikus ini diperoleh dari Laboratorium Gizi, Departemen Gizi Kesehatan, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga Surabaya.

Alat-alat yang digunakan dalam proses pembuatan cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) yaitu nampan, baskom, pisau, panci, kompor, termometer, blender, timbangan digital, beaker glass, penyaring, fermentor, selang, neraca analitik *Ohaus*, buret, labu ukur, alat suling, termometer, pH meter, pipet volume, pipet tetes, bola hisap, tabung reaksi.

Alat-alat yang digunakan untuk analisis kimia adalah beaker glass, pipet volume, bola hisap, timbangan digital, sendok bahan, tabung reaksi, rak tabung reaksi, vortex, dan spektrofotometer.

Alat-alat yang digunakan untuk pemeliharaan tikus terdiri dari kandang tikus yang terbuat dari bahan *stainless steel* dan dilengkapi dengan tutup beserta perlengkapannya seperti tempat ransum, botol minum, dan dilengkapi dengan nampan sebagai penampung feses dan urine tikus.

Alat-alat yang digunakan untuk pembuatan ransum tikus adalah timbangan digital, baskom plastik, gelas ukur, loyang, alat penggiling daging (*extruder*), kipas angin dan oven.

Alat-alat yang digunakan selama injeksi adalah sendok media, beaker glass 100 ml sebagai tempat pembuatan larutan stok, dan *syringer* 1 ml untuk injeksi *Alloxan* ke tikus wistar putih.

Alat-alat yang digunakan dalam pengambilan darah tikus adalah *appendorf*, *haemotocrit tubes*, dan nampan.

Alat-alat yang digunakan pada analisa kadar glukosa darah adalah sentrifuse, pipet tetes, vortex, tabung reaksi, rak tabung reaksi, mikro pipet, mikro kuvet dan spektrofotometer.

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen merupakan metode yang dapat dilakukan jika data yang ingin diperoleh belum tersedia sehingga variabel yang akan diukur harus dibangkitkan datanya melalui suatu percobaan. Metode ini memiliki ciri khas tersendiri terutama dengan adanya kelompok kontrol (Sugiono, 2011).

Eksperimen ini dilakukan dengan memberikan perlakuan dosis cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) yang berbeda untuk menurunkan kadar gula darah tikus diabetes mellitus. Metode eksperimen ini dilakukan dengan membagi perlakuan menjadi beberapa level dosis untuk membuktikan hipotesa dengan adanya eksperimen kontrol sebagai pembanding. Penelitian ini dilakukan dalam satu tahap penelitian.

3.3.1 Perlakuan dan Rancangan Percobaan

Pada penelitian ini terdapat dua perlakuan yaitu pemberian dosis (A) dan lama waktu pemberian (B) cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*). Adapun perlakuan pemberian dosis cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) adalah :

- A1 : Kelompok tikus diabetes mellitus yang diberi obat *glibenclamide* 0,09 mg/tikus/hari (kontrol positif).
- A2 : Pemberian dosis cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dosis 0 ml/tikus/hari (kontrol negatif).
- A3 : Pemberian dosis cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dosis 0,2 ml/tikus/hari.

A4 : Pemberian dosis cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dosis 0,4 ml/tikus/hari.

A5 : Pemberian dosis cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dosis 0,6 ml/tikus/hari.

Sedangkan perlakuan lama waktu pemberian cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) yaitu 0 (B1); 7 (B2); 14 (B3); dan 21 (B4) hari.

Perlakuan yang diberikan mengacu pada penelitian Zubaidah *et al.* (2015), dosis cuka yang biasa dipakai oleh manusia adalah $3 \times 2 \text{ sdm} = 2 \text{ sdm}$ cuka = 20 cc. Dosis pemakaian untuk tikus dapat dihitung dengan mengkalikan dosis pemakaian pada manusia tersebut dengan faktor konversi manusia ke tikus. Faktor konversi dosis pada manusia (70 kg) ke tikus (200 g) ialah 0,018 (Soriton *et al.*, 2014). Dosis cuka salak yang digunakan pada penelitian Hamidatun *et al.* (2014), yaitu 0,4 ml/tikus/hari dan 0,7 ml/tikus/hari dengan lama pemberian selama 28 hari. Hasil terbaik yaitu pemberian cuka salak 0,4 ml/tikus selama 28 hari dapat menurunkan kadar glukosa darah pada tikus diabetes mellitus dengan persentase 35,06%.

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) faktorial yang dilanjutkan dengan uji Duncan. Metode analisa yang digunakan adalah sidik ragam yang mengikuti model sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Dimana :

Y_{ijk} = Nilai pengamatan pada perlakuan ke- I ulangan ke-j

μ = Nilai tengah umum

A_i = Pengaruh taraf ke-I faktor pemberian cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dengan dosis berbeda (A)

B_j = Pengaruh taraf ke-j dari faktor hari pengamatan kadar glukosa darah (B)

$(AB)_{ij}$ = Pengaruh interaksi taraf ke-I dari faktor A dan taraf ke-j dari faktor B

ϵ_{ijk} = Galat percobaan taraf ke- I dari faktor A dan taraf ke-j dari faktor B pada ulangan yang ke-k

Rancangan percobaan menggunakan dua macam faktor yaitu lima macam perlakuan pemberian dosis (A) dan empat macam perlakuan lama pemberian cuka mangrove (B) sehingga terdapat 20 kombinasi perlakuan. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Model matematik Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial adalah :

$$(r-1)(n-1) \geq 15$$

Dimana : r = perlakuan

n = ulangan

Sehingga banyaknya ulangan dapat dihitung sebagai berikut :

$$r = 5 \times 4 = 20$$

$$(r-1)(n-1) \geq 15$$

$$(20-1)(n-1) \geq 15$$

$$20n-20 \geq 15$$

$$20n \geq 35$$

$$n \geq 1,75$$

$$n \geq 2$$

Berdasarkan rumus diatas diperoleh tikus percobaan untuk masing-masing perlakuan yaitu ≥ 2 ekor, dan pada penelitian ini menggunakan 3 ekor tikus setiap perlakuan. Desain rancangan percobaan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Desain rancangan percobaan

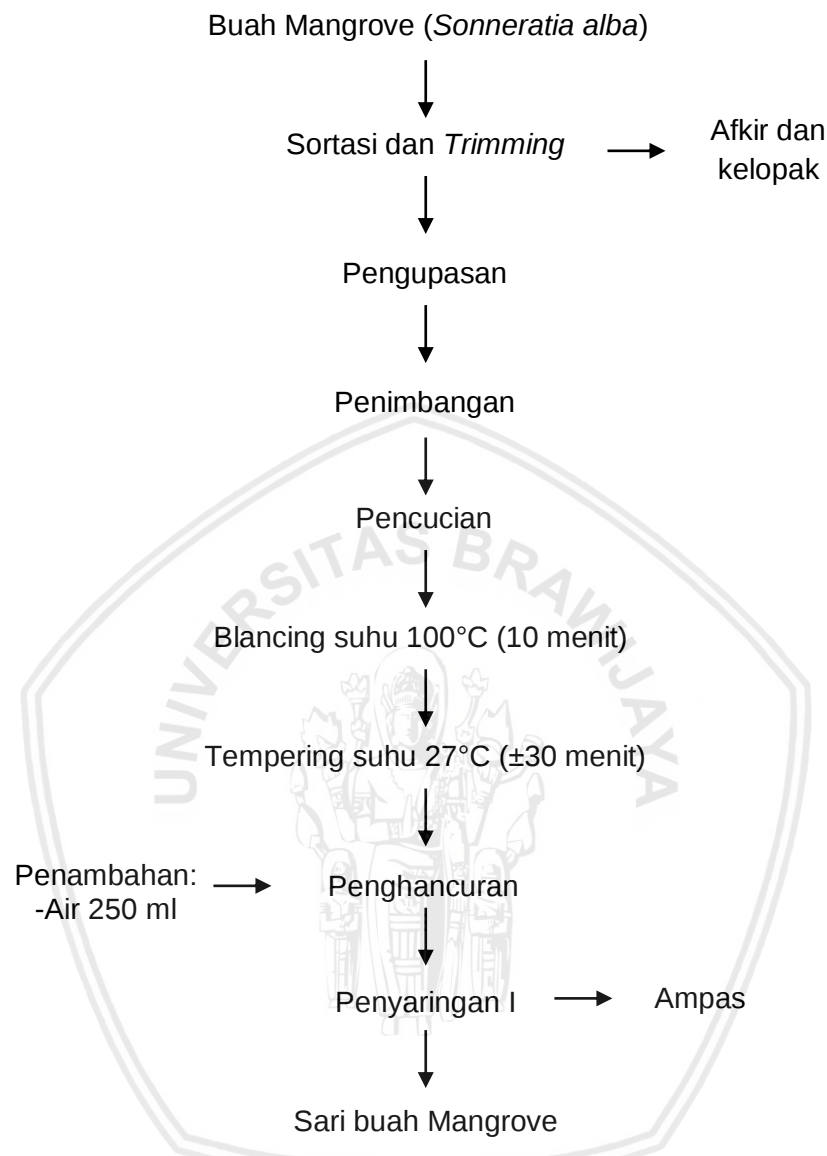
Pemberian Dosis (A)	Lama Pemberian (B)			
	B1 (0 hari)	B2 (7 hari)	B3 (14 hari)	B4 (21 hari)
A1	(A1B1) ₁	(A1B2) ₁	(A1B3) ₁	(A1B4) ₁
(obat <i>glibenclamide</i> 0,09 mg/tikus/hari)	(A1B1) ₂	(A1B2) ₂	(A1B3) ₂	(A1B4) ₂
	(A1B1) ₃	(A1B2) ₃	(A1B3) ₃	(A1B4) ₃
	(A2B1) ₁	(A2B2) ₁	(A2B3) ₁	(A2B4) ₁
A2 (cuka mangrove 0 ml/tikus/hari)	(A2B1) ₂	(A2B2) ₂	(A2B3) ₂	(A2B4) ₂
	(A2B1) ₃	(A2B2) ₃	(A2B3) ₃	(A2B4) ₃
	(A3B1) ₁	(A3B2) ₁	(A3B3) ₁	(A3B4) ₁
A3 (cuka mangrove 0,2 ml/tikus/hari)	(A3B1) ₂	(A3B2) ₂	(A3B3) ₂	(A3B4) ₂
	(A3B1) ₃	(A3B2) ₃	(A3B3) ₃	(A3B4) ₃
	(A4B1) ₁	(A4B2) ₁	(A4B3) ₁	(A4B4) ₁
A4 (cuka mangrove 0,4 ml/tikus/hari)	(A4B1) ₂	(A4B2) ₂	(A4B3) ₂	(A4B4) ₂
	(A4B1) ₃	(A4B2) ₃	(A4B3) ₃	(A4B4) ₃
	(A5B1) ₁	(A5B2) ₁	(A5B3) ₁	(A5B4) ₁
A5 (cuka mangrove 0,6 ml/tikus/hari)	(A5B1) ₂	(A5B2) ₂	(A5B3) ₂	(A5B4) ₂
	(A5B1) ₃	(A5B2) ₃	(A5B3) ₃	(A5B4) ₃

3.3.2 Prosedur Penelitian

3.3.2.1 Pembuatan Cuka Mangrove

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui proses pembuatan cuka sari buah mangrove. Diagram alir pembuatan sari buah mangrove pedada dapat dilihat pada Gambar 2.

➤ Proses pembuatan sari buah



Gambar 2. Diagram alir pembuatan sari buah mangrove (*Sonneratia alba*) (Modifikasi Januaresti *et al.*, (2016) dan Caturryanti *et al.*, (2008))

Pembuatan sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- Sortasi dan *Trimming*

Sortasi buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dilakukan agar bahan baku terpisah dari kotoran. Sortasi ini dilakukan menurut karakteristik fisiknya seperti ukuran, bentuk dan warna. *Trimming* yaitu proses penghilangan bagian-

bagian yang tidak dikehendaki dalam bahan. *Trimming* dilakukan dengan cara memisahkan kelopak buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dari buah.

- Pengupasan

Kulit buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dikupas karena tidak digunakan dalam pembuatan cuka sari buah mangrove.

- Penimbangan

Buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) yang telah dikupas, kemudian dilakukan penimbangan sebanyak 450 gram.

- Pencucian

Pencucian pada buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dilakukan untuk menghilangkan kotoran dan getah yang masih menempel pada buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*). Pencucian ini menggunakan air mengalir.

- Perebusan (*Blanching*)

Perebusan buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) ini bertujuan untuk melunakkan jaringan bahan, menonaktifkan enzim dalam buah serta menurunkan jumlah mikroba yang ada pada buah pedada. Perebusan dilakukan selama 10 menit (Caturryanti *et al.*, 2008). Pehitungan 10 menit dimulai ketika buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) telah dimasukkan kedalam air yang telah mendidih pada suhu 100°C.

- Tempering

Buah yang telah direbus, didinginkan hingga suhu mencapai $\pm 27^{\circ}\text{C}$ dengan cara didiamkan pada suhu ruang.

- Penghancuran

Penghancuran dilakukan menggunakan blender. Penghancuran ini bertujuan untuk mendapatkan bubur buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*).

- Penyaringan I

Penyaringan dilakukan untuk memperoleh sari buah jernih dari bubur buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*). Sari buah dari hasil penyaringan biasanya masih mengandung partikel padat sehingga perlu dilakukan penyaringan kembali agar sari buah semakin jernih.

➤ Proses fermentasi

Sari buah mangrove pedada kemudian difermentasi menggunakan bakteri *S. Cereviceae* dan *Acetobacter aceti*. Cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dibuat dengan formulasi seperti yang terdapat pada Tabel 5. Diagram alir pembuatan cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 5. Formulasi cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*)

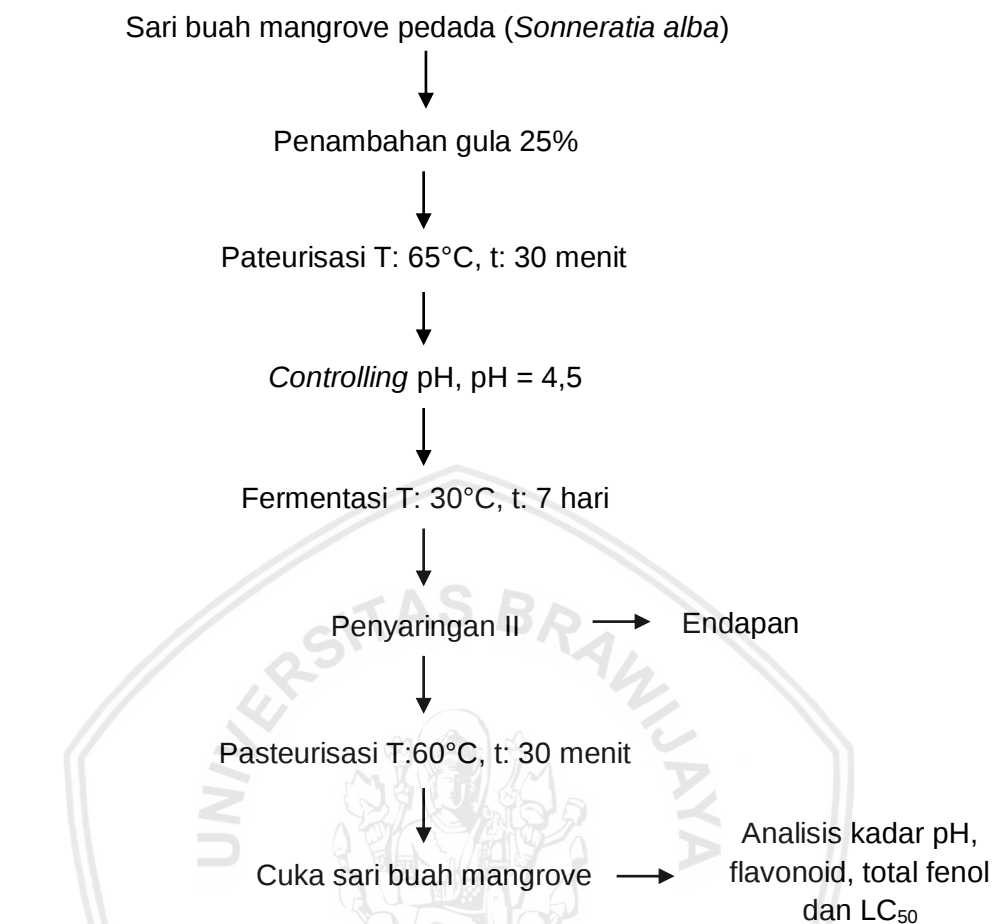
Formulasi	Jumlah
Sari Buah (ml)	250 ml
Gula (g)	62,5 g
<i>S. cereviceae</i> (ml)	15,63 ml
<i>Acetobacter aceti</i> (ml)	21,88 ml

Sumber : (Modifikasi Januaresti *et al.*, 2016)

Keterangan :

S. cereviceae 5% (terhadap sari buah yang telah ditambah gula)

Acetobacter aceti 7% (terhadap sari buah yang telah ditambah gula)



Gambar 3. Diagram alir pembuatan cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) (Modifikasi Januaresti *et al.*, 2016)

Pembuatan cuka mangrove dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- Sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*)
Sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) diperoleh dari penyaringan bubuk buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*). Alur proses pembuatan sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dapat dilihat pada Gambar 2.
- Penambahan gula
Penambahan gula berfungsi sebagai pemberi rasa, pengawet serta sebagai media tumbuh bagi mikroorganisme. Penambahan gula ditambahkan sebanyak 25% terhadap berat sari buah mangrove yang akan dipakai.

- Pasteurisasi

Pasteurisasi pada sari buah mangrove untuk membunuh mikroorganisme yang tidak diinginkan agar sari buah yang akan digunakan untuk fermentasi steril. Pasteurisasi dilakukan pada suhu 65°C selama 30 menit (Nurismanto *et al.*, 2014).

- Controlling pH

Penyesuaian pH dilakukan dengan cara menambahkan NaHCO₃ apabila pH sari buah < 4 dan menambahkan asam sitrat apabila pH > 5.

- Fermentasi

Fermentasi menurut Januaresti *et al.* (2016), dilakukan dengan bantuan bakteri *S. cereviceae* 5% dan *Acetobacter aceti* 7% terhadap volume sari buah yang telah ditambahkan gula. Fermentasi dilakukan secara anaerob fakultatif. Penambahan *S. cereviceae* bertujuan untuk mengubah gula menjadi alkohol dan penambahan *Acetobacter aceti* bertujuan untuk merobak alkohol menjadi asam asetat. Fermentasi dilakukan pada suhu 30°C dalam inkubator selama 7 hari.

- Penyaringan II

Penyaringan II ini dilakukan untuk mendapatkan sari buah fermentasi yang jernih. Pada sari buah fermentasi ini biasanya masih mengandung endapan sisa fermentasi oleh *S. cereviceae* sehingga perlu dilakukan penyaringan.

- Pasteurisasi

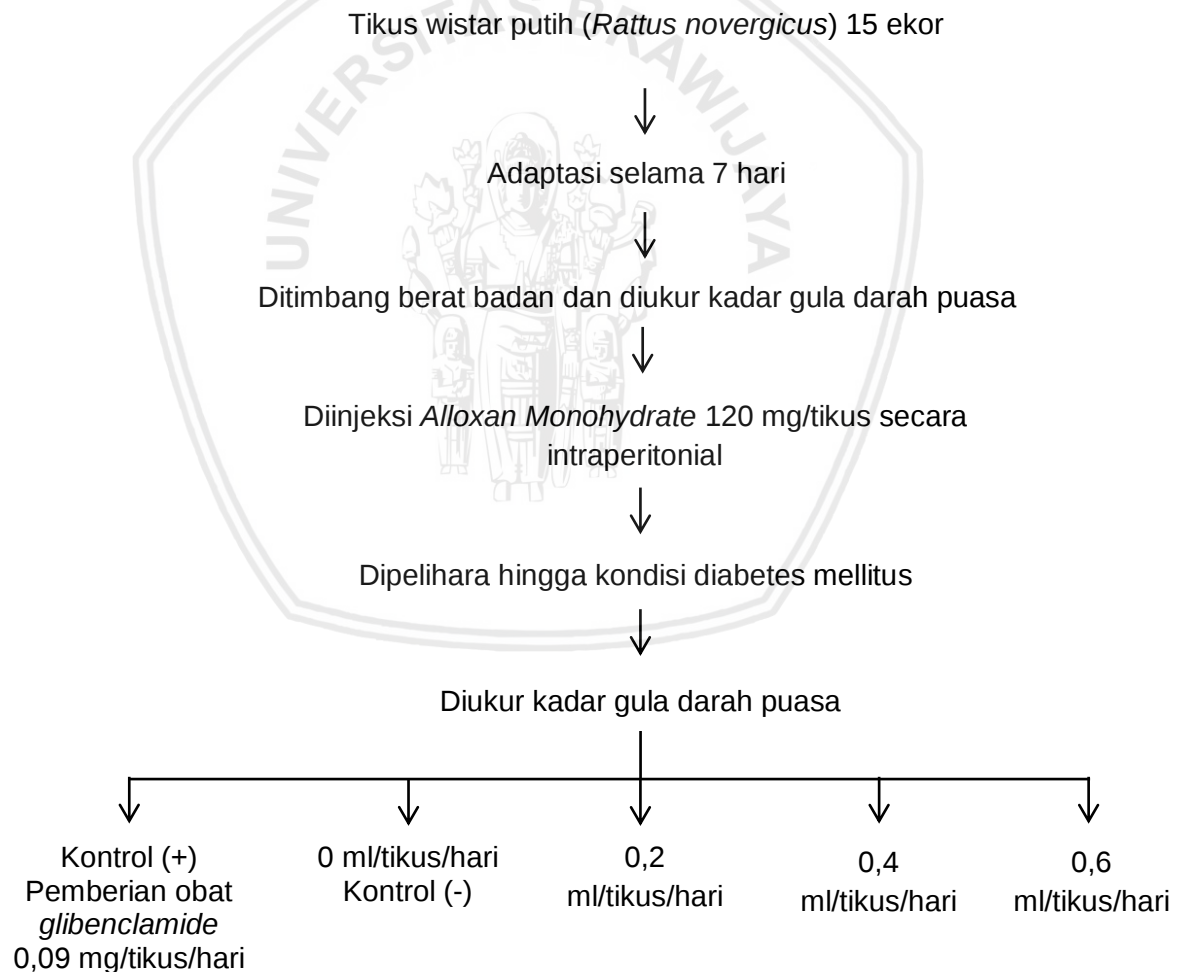
Proses pasteurisasi dilakukan untuk menghentikan proses fermentasi pada cuka. Pasteurisasi dilakukan pada suhu 60°C selama 30 menit.

- Analisis kadar pH, flavonoid dan total fenol

Analisis kadar pH menggunakan pH-meter. Pada pengujian flavonoid menggunakan magnesium dan amil alkohol. Pengujian total fenol dengan membuat kurva asam galat dan spektrofotometer.

3.3.2.2 Adaptasi dan Pembuatan Tikus Diabetes Melitus

Adaptasi tikus wistar dilakukan dengan cara mula-mula tikus jantan yang berumur sekitar 3 bulan diadaptasi selama 7 hari dengan cara menempatkan setiap tikus secara individu dalam kandang yang cukup cahaya, ventilasi dan pada suhu kamar. Selama adaptasi, tikus diberi pakan standar dan minum secara *ad libitum* serta ditimbang berat badannya pada akhir adaptasi (Hardoko, 2008). Kemudian untuk membuat tikus diabetes melitus tikus akan diinduksi dengan *Alloxan Monohydrate*. Prosedur adaptasi dan pembuatan tikus diabetes mellitus dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Adaptasi dan pembuatan tikus diabetes mellitus

Sebanyak 15 ekor tikus jantan sehat yang berumur sekitar 2-3 bulan diadaptasi selama 7 hari. Adaptasi dilakukan dengan cara menempatkan setiap tikus secara individu dalam kandang yang berventilasi, dengan suhu kamar dan cukup cahaya. Selama adaptasi, tikus diberi pakan standar dan minum secara *ad libitum*. Setelah 7 hari, tikus ditimbang berat badan dan diukur kadar glukosa darah puasa.

Tahap selanjutnya, untuk membuat tikus diabetes mellitus, tikus akan diinduksi dengan *Alloxan Monohydrate* 120 mg/kg BB secara intraperitoneal. Kemudian tikus dipelihara hingga kondisi tikus mengalami diabetes mellitus. Setelah 3 hari, semua tikus diambil darahnya untuk pemeriksaan kadar glukosa darah puasa. Apabila glukosa darah tikus diatas 200 mg/dL, maka dapat dikatakan sudah mengalami diabetes mellitus. Kemudian tikus diberi 5 perlakuan yang berbeda dan tiap perlakuan terdapat 3 ekor tikus. Kelima perlakuan tersebut adalah sebagai berikut :

- Kontrol (+) adalah kelompok tikus diabetes mellitus dengan pemberian obat *glibenclamide* 0,09 mg/tikus/hari dengan metode sonde lambung selama 21 hari.
- Kontrol (-) adalah kelompok tikus diabetes mellitus dengan pemberian cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dengan dosis 0 ml/tikus/hari dengan metode sonde lambung selama 21 hari.
- Perlakuan ke III, IV dan V adalah kelompok tikus diabetes mellitus dengan pemberian cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dengan dosis 0,2 ml/tikus/hari, 0,4 ml/tikus/hari, dan 0,6 ml/tikus/hari dengan metode sonde lambung selama 21 hari.

Aloksan adalah suatu senyawa hidrofilik yang mempunyai rumus (2,4,5,6-tetraoksipirimidin; 5,6dioksiurasil) dan bersifat tidak stabil. Aloksan merupakan bahan kimia diabetonik yang dapat menghasilkan diabetes eksperimental

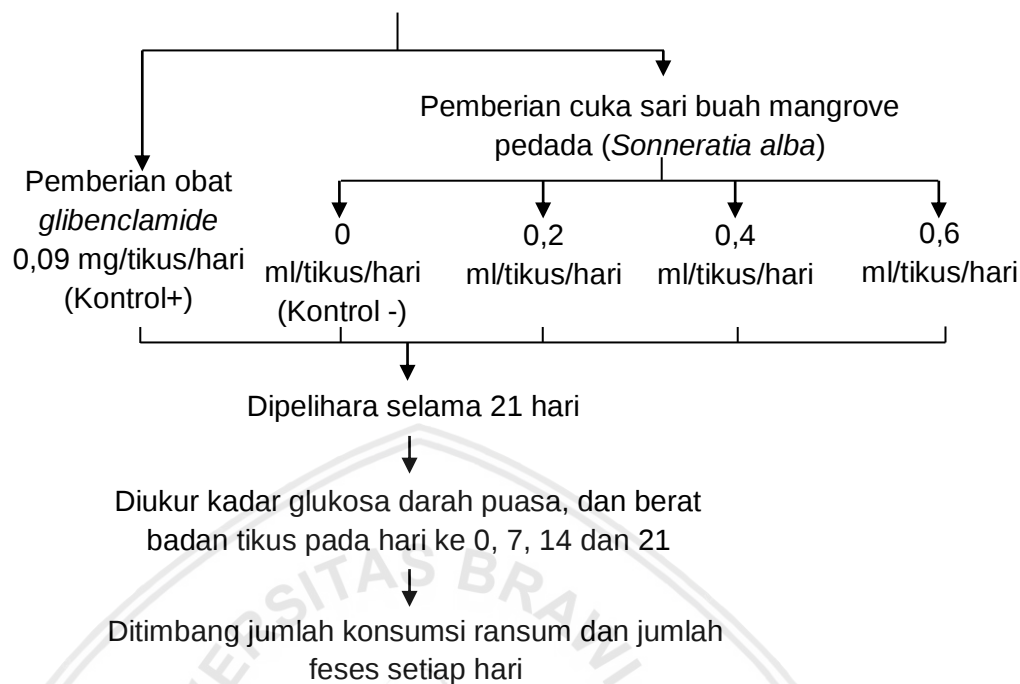
terhadap berbagai vertebrata seperti tikus. Terdapat beberapa macam teknik dalam penggunaan aloksan pada hewan coba. Salah satu teknik yang biasa digunakan adalah memberikan aloksan melalui intravena. Dosis aloksan yang biasa diberikan melalui intravena biasanya sebanyak 65mg/Kg BB. Namun jika melalui teknik intraperitoneal dan subkutan dosis yang diberikan sebanyak 2-3 kalinya (Indralisa *et al.*,2015). Pada penelitian ini menggunakan aloksan dengan dosis yang diberikan sebanyak 120 mg/Kg BB secara intraperitoneal.

Aloksan menyebabkan keadaan hiperglikemia pada hewan uji setelah 24 atau 48 jam setelah induksi. Aloksan diinduksi setelah hewan uji dipuasakan selama 8-12 jam. Pemberian aloksan pada hewan uji dapat meningkatkan kadar glukosa darah diatas 200 mg/dl. Kadar glukosa darah tikus normal berkisar antara 50-135 mg/dl³ (Cahyani, 2014).

3.3.2.3 Pemberian Cuka Sari Buah Mangrove Pedada (*Sonneratia alba*) pada Tikus Diabetes Mellitus

Pemberian cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) bertujuan untuk menurunkan kadar glukosa darah pada tikus wistar putih (*Rattus novergicus*) yang menderita diabetes melitus. Prosedur pemberian cuka sari buah mangrove pedada (*sonneratia alba*) dan obat *glibenclamide* pada tikus dapat dilihat pada Gambar 5.

Tikus wistar putih (*Rattus novergicus*) diabetes mellitus 15 ekor



Gambar 5. Prosedur pemberian cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dan obat *glibenclamide* pada tikus

Sumber : (Laboratorium Gizi, Departemen Gizi Kesehatan, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga Surabaya., 2019)

Setelah kondisi diabetes melitus tercapai, tikus akan diinduksi dengan cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dengan dosis yang telah ditentukan:

- Kontrol (+) yaitu tikus yang diinduksi obat *glibenclamide* dengan dosis 0,09 mg/tikus/hari yang diencerkan dengan 2 ml aquades. Menurut Hardoko (2006), *glibenclamide* merupakan obat antidiabetik oral jenis derivat *sulfonylurea* yang bekerja dengan merangsang sel β pankreas untuk memproduksi insulin. Cara pemberian obat *glibenclamide* dan cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) pada tikus diabetes mellitus dengan menggunakan metode sonde lambung.
- Kontrol (-) yaitu tikus yang diinduksi cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dengan dosis 0 ml/tikus/hari.

- Kelompok tikus yang diberi perlakuan pemberian cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dengan dosis yang berbeda yaitu 0,2 ml/tikus/hari, 0,4 ml/tikus/hari dan 0,6 ml/tikus/hari.

Tikus dipelihara 21 hari dan dilakukan pengamatan pada hari ke 0, 7, 14 dan 21 yang meliputi pengamatan kadar glukosa darah puasa dan penimbangan berat badan. Sebelum pengukuran kadar glukosa darah, tikus dipuasakan dahulu selama ± 12 jam agar diperoleh kadar glukosa darah normal (tidak dipengaruhi peningkatan karena pemberian ransum). Selama periode tersebut jumlah ransum yang dikonsumsi dan jumlah feses ditimbang setiap hari.

3.3.3 Parameter yang Diamati

Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah pH, flavonoid, total fenol, kadar glukosa darah puasa, berat badan tikus, jumlah konsumsi ransum, dan pengukuran jumlah feses.

3.3.4 Prosedur Analisis Parameter

➤ Uji pH (Badan Standarisasi Nasional, 2004)

Pada prosedur uji pH, lakukan kalibrasi peralatan pH-meter menggunakan larutan penyangga setiap akan mengukur pH. Sampel yang suhunya tinggi, harus dilakukan penurunan suhu hingga mencapai suhu kamar. Kemudian elektroda dikeringkan menggunakan tisu lalu dibilas dengan aquades. Setelah selesai, elektroda dicelupkan ke dalam sampel hingga pH meter menunjukkan nilai pH yang tepat pada sampel. Setiap akan melakukan pengukuran pH sampel, elektroda harus dibersihkan terlebih dahulu menggunakan aquades dan di keringkan menggunakan tisu.

➤ Uji Flavonoid

Uji flavonoid menurut Wachidah (2013), dilakukan melalui beberapa tahap. Tahap pertama yaitu pembuatan larutan uji dengan cara ekstrak kasar,

fraksi n-heksan, fraksi etil asetat, dan fraksi metanol masing-masing ditimbang sebanyak 5 gram kemudian dilarutkan dengan metanol 5,0 mL sehingga konsentrasi larutan 1000 $\mu\text{g/mL}$. Selanjutnya larutan uji diambil dengan pipet sebanyak 500 μL dan ditambahkan dengan metanol hingga 5,0 mL sehingga konsentrasi larutan 100 $\mu\text{g/mL}$. Tahap kedua yaitu pembuatan larutan standart dengan menimbang 5 mg bahan ditambahkan dengan metanol hingga 5,0 mL sehingga konsentrasi larutan 1000 $\mu\text{g/mL}$, kemudian diambil menggunakan pipet 50,100,150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, dan 500 μL tuang kedalam labu ukur dan ditambah dengan metanol lagi hingga 5,0 mL dan didapatkan konsentrasi larutan 10,20,30,40,50,60,70,80,90, dan 100 $\mu\text{g/mL}$. Tahap ketiga adalah pembuatan larutan NaNO_2 5% dengan menimbang 1,25 gram NaNO_2 dan dilarutkan dengan aquadest sebanyak 25mL. Tahap keempat adalah pembuatan larutan AlCl_3 10% dengan melarutkan AlCl_3 2,5 gram kedalam aquadest sebanyak 25 mL. Kemudian dilanjutkan dengan pembuatan larutan NaOH 1 M dengan melarutkan 4 gram NaOH kedalam 100 mL aquadest. Tahap terakhir adalah dengan memasukkan 1 mL larutan sampel kedalam botol vial yang sebelumnya telah ditambah dengan aquadest sebanyak 4 mL lalu ditambahkan NaNO_2 5% sebanyak 0,3 mL dan didiamkan selama 5 menit. Setelah itu ditambahkan larutan AlCl_3 10% sebanyak 0,3 mL dan dibiarkan kembali selama 6 menit. Kemudian ditambahkan NaOH 1 sebanyak 2 mL lalu segera ditambahkan dengan aquadest sebanyak 2,4 mL dan dikocok. Kemudian diukur absorbansi larutannya pada panjang gelombang 510 nm.

➤ Total Fenol

Uji total fenol pertama-tama membuat kurva baku asam galat. Pembuatan kurva baku asam galat menurut Alfian dan Susanti (2012) yang telah dimodifikasi, dengan mencampurkan asam galat sebanyak 0,01 g dengan 0,1 ml etanol kemudian ditambah 100 ml aquadest sehingga menjadi larutan asam galat

konsentrasi 100 ppm. Kemudian diambil sebanyak 300 µl dari masing-masing konsentrasi (2, 4, 8, 16 dan 32 ppm) larutan asam galat ke dalam tabung reaksi. Larutan tersebut ditambah reagen Folin Ciocalteu sebanyak 1,5 ml kemudian digojog dan didiamkan selama 3 menit. Masing-masing ditambah dengan Na₂CO₃ 7,5% sebanyak 1,2 ml lalu dihomogenkan dan diletakkan pada inkubator selama 45 menit (±37°C). Setelah itu, diukur absorbansi masing-masing larutan menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang maksimum (765 nm). Dari hasil absorbansi dapat digunakan untuk membuat kurva kalibrasi hubungan konsentrasi asam galat dan absorbansi.

Pengujian total fenol menurut Muaja *et al.* (2013), dilakukan dengan melarutkan sampel sebanyak 0,02 g ke dalam 100 ml aquades. Kemudian diambil 1 ml dari larutan sampel dan ditambah dengan 1 ml reagen *Folin--Ciocalteu* 50% ke dalam tabung reaksi. Larutan tersebut divortex selama 3 menit kemudian ditambahkan 1 ml larutan Na₂CO₃ 2%. Larutan yang tercampur didiamkan dalam ruang gelap selama 30 menit. Setelah itu, dilakukan perhitungan absorbansi sampel menggunakan spektrofotometer pada gelombang 760 nm. Hasil pada spektrofotometer dinyatakan sebagai ekuivalen asam galat (mg/kg) sampel. Dari hasil absorbansi dapat ditentukan konsentrasi kadar fenol dengan rumus sebagai berikut :

$$y = ax + b$$

Keterangan :

y = absorbansi fenolik

x = konsentrasi kadar fenol (ppm)

a dan b = konstanta

Adapun kadar ekuivalen asam galat dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

Kadar ekuivalen = konsentrasi kadar fenol x jumlah total larutan uji

Total fenol dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\frac{\text{Kadar equivalen (mgGAE)}}{\text{Berat sampel (g)}} = \frac{\text{Total fenol}}{100 \text{ g}}$$

➤ Uji Toksisitas

Penyiapan larva *Artemia salina* Leach. dilakukan dengan cara mengambil 1 g telur *Artemia salina* Leach. untuk ditetaskan. Telur tersebut direndam dalam air laut buatan 2 L dan diaerasi selama 48 jam. Air laut buatan dibuat dengan melarutkan 40 g garam tak beryodium ke dalam 2 L air, disaring dan diaerasi. Telur *Artemia salina* Leach. tersebut akan menetas menjadi nauplii yang siap digunakan sebagai hewan uji (Muaja *et al.*, 2013).

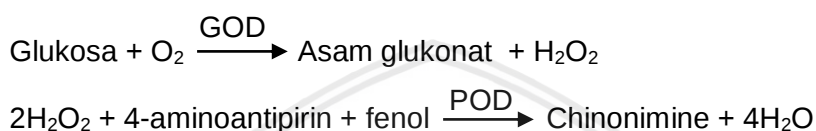
Penentuan konsentrasi larutan uji yang digunakan menurut Muaja *et al.* (2013), yaitu dengan menggunakan ekstrak daun *Bruguiera gymnorhiza* dengan konsentrasi 700, 600, dan 500 ppm. 0 ppm tanpa penambahan ekstrak dengan cara pengenceran yang diambil dari larutan stok 1000 ppm yang dibuat dengan cara mengambil 1 g ekstrak daun *Bruguiera gymnorhiza* dan dilarutkan dengan 1000 ml air laut dalam beaker glass. Larutan masing-masing konsentrasi kemudian dimasukkan dalam botol vial dan ditambahkan air laut sampai volumenya 10 ml.

Uji toksisitas dilakukan dengan mengisikan 10 ml larutan cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) (cuka sari buah mangrove + air laut) untuk tiap konsentrasinya ke dalam botol vial. Setelah itu 10 ekor larva *Artemia salina* Leach. dimasukkan kedalam masing-masing botol vial tersebut dan setelah 24 jam, kemudian pengamatan jumlah larva *Artemia salina* Leach yang mati.

➤ Kadar Glukosa Darah

Pengukuran kadar glukosa darah puasa dilakukan pada hari ke 0, 7, 14 dan 21 hari. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah berdasarkan metode dari perusahaan *Kit Glucose GOD-FS* menurut Diasys (2016) yaitu

metode *glucose* GOD-PAP dimana prinsipnya adalah glukosa dalam sampel dioksidasi oleh enzim glukosa oksidase (GOD) membentuk asam glukonat dan H_2O_2 (Hidrogen Peroksida). Selanjutnya H_2O_2 direaksikan dengan 4-aminontripin dan fenol yang menghasilkan *chinobimine* yang berwarna kemerahan dan H_2O . Reaksi ini dikatalis oleh enzim peroksidase (POD). *Chinimine* yang terbentuk ekuivalen dengan glukosa sehingga warna yang terukur dari *chinimine* akan sebanding dengan kadar glukosanya.



Sebelum dilakukan pengambilan darah untuk pengujian kadar glukosa darah tikus, tikus terlebih dahulu dipuasakan ± 12 jam agar diketahui kadar glukosa darah murni. Adapun cara pengambilan darah dan serum darah tikus diabetes mellitus dilakukan berdasarkan tahap-tahap sebagai berikut :

1. Tikus sebelum diambil darahnya dipuasakan selama 12 jam
2. Tikus dipegang bagian punggung tubuhnya dengan telapak tangan kiri
3. Kemudian tangan kanan dengan membawa alat *syringe* dan dilakukan penusukan pada pembuluh darah di bagian ekor kemudian darah diambil
4. Darah akan mengalir keluar melalui *syringe* dan ditampung
5. Darah dipindahkan kedalam cuvet dan dilakukan *centrifuge* deng
6. Setelah di *centrifuge*, darah dan serum akan terpisah. Serum darah akan berada dibagian atas berwarna bening kekuningan dan bagian bawah akan berwarna merah.

Adapun prosedur analisa kadar glukosa darah metode GOD-PAP pada Laboratorium Gizi, Departemen Gizi Kesehatan, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga Surabaya, adalah sebagai berikut :

- a. Cara pembuatan serum
 - Darah hewan coba diambil sebanyak 1 mL melalui pembuluh darah di bagian ekor dan letakkan dalam tube.
 - Darah disentrifuse 3000 rpm selama 10 menit untuk memisahkan serum dan plasma darah.
 - Serum dan plasma kemudian dipisahkan
- b. Penetapan blanko
 - Blanko berupa aquades diambil sebanyak 10 mikromili dan dicampurkan dengan 1000 mikromili reagen kit glukosa
 - Kemudian masukkan dalam tabung reaksi dan divortex
 - Campurkan kemudian diinkubasi pada suhu 20-25°C selama 20 menit.
 - Kemudian dibaca absorbansi pada panjang gelombang 500 nm
- c. Penetapan standar
 - Standar berupa glukosa diambil sebanyak 10 mikromili dan dicampurkan dengan 1000 mikromili reagen kit glukosa.
 - Kemudian dimasukkan dalam tabung reaksi dan dihomogenkan dengan cara di vortex
 - Campuran diinkubasi pada suhu 20-25°C selama 20 menit.
 - Kemudian dibaca absorbansi pada panjang gelombang 500 nm
- d. Penetapan sampel
 - Sampel berupa serum darah diambil sebanyak 10 mikromili dan dicampurkan dengan 1000 mikromili reagen kit glukosa.
 - Kemudian dimasukkan dalam tabung reaksi dan dihomogenkan dengan cara divortex
 - Campuran diinkubasi pada suhu 20-25°C selama 20 menit.
 - Kemudian dibaca absorbansi pada panjang gelombang 500 nm

$$\text{Kadar glukosa darah (mg/dL)} = \frac{\text{Absorbansi sampel}}{\text{Absorbansi standar}} \times 100$$

➤ **Berat Badan, Jumlah Konsumsi Ransum, dan Berat Feses Tikus**

Berat badan tikus dapat diketahui dengan menimbang tikus menggunakan timbangan digital. Penimbangan berat badan tikus dilakukan pada hari ke 0, 7, 14 dan 21.

Jumlah ransum yang dikonsumsi dapat diketahui dengan menghitung selisih antara ransum yang diberikan dan sisa yang tidak dimakan oleh tikus. Pengamatan jumlah ransum dilakukan setiap hari selama 21 hari.

Jumlah feses dapat diketahui dengan menimbang feses yang dikeluarkan tikus. Pengamatan jumlah feses dilakukan setiap hari selama 21 hari.

3.4 Analisis Data

Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan menggunakan ANOVA (*Analysis Of Variance*) dan dilakukan uji lanjut dengan Uji Duncan (SPSS versi 25.0). Uji lanjut ini bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan antar faktor perlakuan yang digunakan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kandungan Cuka Sari Buah Mangrove Pedada (*Sonneratia alba*)

Bahan baku yang digunakan dalam proses pembuatan cuka sari buah mangrove dalam penelitian ini adalah sari dari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*). Bahan baku yang telah diolah menjadi cuka selanjutnya akan dilakukan analisis untuk mengetahui kandungan senyawa bioaktif yang terkandung di dalam cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) secara kuantitatif. Kandungan cuka sari buah mangrove pedada dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Kandungan cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*)

Kode Sampel	Hasil
pH	4,3
Total Flavonoid (mgQE/100ml)	146,25*
Total Fenol (mgGAE/100ml)	400,50*
IC ₅₀ atau Antioksidan (ppm)	97,50*

* Sumber: Laboratorium Gizi, Departemen Gizi Kesehatan Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga.

Pada hasil analisis yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kandungan pH pada cuka sari buah mangrove pedada adalah 4,3. Hasil tersebut lebih asam jika dibandingkan dengan penelitian Nendissa *et al.*(2015), kandungan pH pada cuka tomi-tomi memiliki nilai 5. Hal ini disebabkan saat fermentasi alkohol secara anaerob, ragi *S. cerevisiae* lebih mudah memecah gula menjadi alkohol sehingga kadar alkohol yang dihasilkan juga tinggi. Kadar alkohol yang tinggi tersebut kemudian difermentasi oleh bakteri *A. acetii* menjadi asam asetat sehingga asam asetat yang dihasilkan juga tinggi. Peningkatan asam asetat ini juga akan menurunkan pH akhir produk cuka.

Pada hasil analisis yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kandungan flavonoid pada cuka sari buah mangrove adalah 146,25 mgQE/100ml. Hasil tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Zubaidah *et al.*(2016),

kandungan flavonoid pada cuka salak sebesar 1315 mg/L. Flavonoid merupakan senyawa fenolik yang potensial sebagai antioksidan dan mempunyai bioaktivitas sebagai obat. Senyawa flavonoid dapat berfungsi sebagai antioksidan, antidiabetik, antikanker, antiseptik, dan anti-inflamasi (Larantukan *et al.*, 2014).

Flavonoid meningkatkan jalur glikolitik dan glikogenik dengan menekan jalur glikogenolisis dan glukoneogenesis yang akan menyebabkan glukosa darah dapat terkendali sehingga kadar glukosa darah menurun. Aktivitas antioksidan senyawa flavonoid dapat mencegah dan mengurangi penumpukan lemak di dalam tubuh sehingga mampu mengobati masalah obesitas yang merupakan faktor penyebab penyakit DM (Anjani *et al.*, 2015).

Hasil analisa menunjukkan bahwa kandungan total fenol cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) sebesar 400,50 mgGAE/100ml. Hasil tersebut lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian Zubaidah dan Izzati (2015), kandungan total fenol pada cuka salak sebesar 229,67 mg/L sedangkan kandungan total fenol pada cuka apel sebesar 135,38 mg/L. Menurut Unzilarimbi (2012), Kandungan total fenol memiliki korelasi yang kuat dengan aktivitas antioksidan, dimana apabila total fenol memiliki nilai yang tinggi maka aktivitas antioksidan cenderung meningkat.

Kandungan aktivitas antioksidan pada cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dengan nilai IC_{50} sebesar 97,50 ppm. Berdasarkan hasil tersebut dapat dikatakan cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) memiliki aktivitas antioksidan yang kuat. Namun hasil tersebut lebih rendah jika dibandingkan dengan penelitian Anggorowati *et al.* (2016), yaitu minuman teh daun alpukat (*Persea americana miller*) yang memiliki kadar antioksidan tertinggi dengan nilai IC_{50} 24,86 ppm.

Buah yang memiliki kandungan fenolik tinggi berpotensi memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi (Rekha *et al.*, 2012). Kandungan komponen bioaktif yang

dianalisis dalam sari buah adalah senyawa yang berkaitan dengan potensi sari buah sebagai sumber antioksidan meliputi analisis total fenolik, flavonoid serta analisis aktivitas antioksidan. Senyawa fenolik, dan flavonoid merupakan senyawa antioksidan yang berperan aktif dalam penangkapan radikal bebas. Sifat antioksidan senyawa fenolik, dan flavonoid dikarenakan sifat kimianya dimana fenolik, dan flavonoid dapat berperan sebagai agen pereduksi, pendonor atom hidrogen, pengkelat logam serta memiliki aktivitas biologis yang dapat membantu memelihara sistem metabolisme tubuh (Astuti, 2007).

4.2 Pengaruh Pemberian Aloksan terhadap Glukosa Darah Tikus Wistar Putih (*Ratus novergicus*)

Pada penelitian ini pengkondisian diabetes mellitus tikus diadaptasi terlebih dahulu selama 7 hari. Tujuan dari adaptasi adalah untuk penyesuaian dengan lingkungan, mengontrol kesehatan, berat badannya dan penyeragaman ransum. Setelah masa adaptasi, dilakukan pengukuran kadar glukosa darah pada tikus. Hal ini bertujuan untuk memastikan tikus yang akan digunakan untuk hewan uji belum mengidap diabetes. Tikus yang telah diukur kadar glukosa darahnya dan dinyatakan sehat, selanjutnya diberi perlakuan pemberian obat yang dapat menaikkan kadar glukosa darah diatas normal yaitu *alloxan monohydrate*. Pemberian obat dilakukan dengan menyutikkan aloksan ke hewan uji melalui intraperitoneal. Pengkondisian tikus menjadi diabetes ini dilakukan sampai kadar glukosa darah tikus melebihi normal saat diukur. Kadar glukosa darah tikus diabetes menurut Candra (2012), adalah kadar glukosa darah yang ≥ 126 mg/dL. Pengkondisian tikus diabetes pada penelitian ini dilakukan selama 2 hari. Data kadar glukosa darah tikus wistar putih (*Rattus novergicus*) sebelum dan sesudah induksi aloksan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Kadar glukosa darah tikus wistar putih (*Rattus novergicus*) sebelum dan sesudah aloksan

Perlakuan	Kadar Glukosa Darah	
	Sebelum induksi aloksan (Hari ke- 0)	Setelah induksi aloksan (Hari ke- 2)
Kontrol Negatif (-)	85,33±0,58	222,33±2,08
Kontrol Positif (+)	87,67±0,58	224,00±2,65
0,2 ml/tikus/hari (P1)	90,67±1,15	222,33±3,51
0,4 ml/tikus/hari (P2)	90,33±1,15	223,00±3,00
0,6 ml/tikus/hari (P3)	93,67±0,58	228,67±2,08

Keterangan :

*Data merupakan rerata 3 kali ulangan

Bila dilihat dari tabel diatas, setelah diinjeksi aloksan selama 2 hari, tikus telah menunjukkan adanya kenaikan kadar glukosa darah hingga mencapai (>200 mg/dL). Kadar glukosa darah puasa diagnosis DM pada manusia menurut penelitian Setiawan (2011), menyatakan tidak DM atau normal jika kadar glukosa darah puasa (GDP) <100 mg/dL, dinyatakan kadar glukosa darah sedang jika kadar glukosa darah puasa antara 110-125 mg/dL, dan dinyatakan kadar glukosa darah puasa tinggi apabila mencapai ≥ 126 mg/dL.

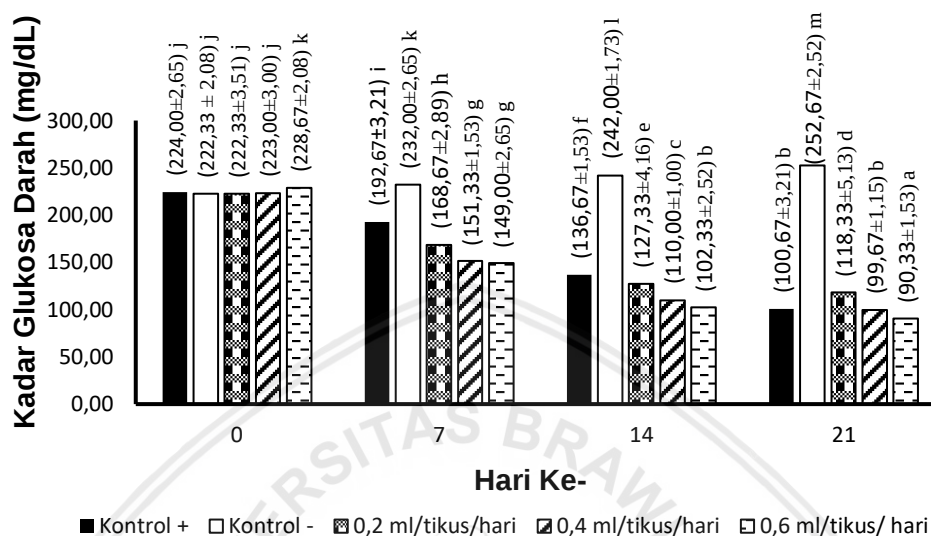
4.3 Pengaruh Pemberian Cuka Sari Buah Mangrove Pedada (*Sonneratia alba*) Terhadap Glukosa Darah, Berat Badan, Jumlah Ransum, dan Feses Tikus Wistar Hiperglikemia

4.3.1 Kadar Glukosa Darah

Dalam penelitian ini, tikus dipuasakan selama 12 jam sebelum pemberian perlakuan. Hal tersebut bertujuan untuk menjaga agar kadar glukosa darah stabil. Hal ini sesuai dengan penelitian Fahri (2005), bahwa tikus perlu dipuasakan selama 10-14 jam sebelum pengambilan darah. Hal tersebut dilakukan agar tidak terdapat perubahan kadar glukosa darah. Kadar glukosa darah tikus dari hari ke hari semakin mengalami penurunan yang signifikan. Semakin tinggi dosis maka cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) semakin bisa menurunkan kadar glukosa darah tikus.

Hasil ANOVA data kadar glukosa darah (Lampiran 4), menunjukkan perlakuan dosis dan lama hari pengamatan, serta interaksi dari keduanya

berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar glukosa darah tikus. Hasil uji lanjut Duncan dan histogram rerata kadar glukosa darah tikus wistar dapat dilihat pada Gambar 6.



Keterangan: Notasi huruf menunjukkan berpengaruh nyata ($p < 0,05$)
Gambar 6. Histogram kadar glukosa darah tikus selama 21 hari

Pada Gambar 6, dapat diketahui bahwa semua perlakuan dengan penambahan cuka sari buah mangrove pedada dapat menurunkan kadar glukosa darah secara bertahap selama 21 hari pengamatan. Penurunan kadar glukosa darah terlihat mulai pada hari ke-7. Hal tersebut terus terjadi pada hari ke-14 dan hari ke-21. Pada histogram tersebut dapat dilihat penurunan kadar glukosa darah setiap perlakuan dosis memiliki hasil yang berbeda, hal tersebut dikarenakan setiap pemberian dosis yang berbeda akan menimbulkan efek yang berbeda pula. Semakin tinggi dosis yang diberikan, maka akan menimbulkan efek penurunan darah yang semakin baik.

Tikus yang diberikan dosis cuka sari buah mangrove 0,2 ml/tikus/hari mengalami penurunan kadar glukosa darah dari 222,33 mg/dL pada hari ke- 0 menjadi 118,33 mg/dL pada hari ke-21. Pada dosis 0,2 ml/tikus/hari, terlihat bahwa penurunan kadar glukosa darah lebih lambat dibandingkan dengan dosis lainnya. Hal tersebut dikarenakan perbedaan respon tubuh dari tikus dalam

menerima perlakuan dosis cuka sari buah mangrove yang diberikan. Selain itu, pada dosis 0,2 ml/tikus/hari, kadar cuka sari buah mangrove yang terkandung lebih rendah sehingga kemampuannya dalam menurunkan glukosa darah lebih lambat. Pada tikus yang diberikan dosis 0,4 ml/tikus/hari mengalami penurunan kadar glukosa darah dari 223,00 mg/dL pada hari ke-0 menjadi 99,67 mg/dL pada hari ke-21. Tikus dengan pemberian cuka sari buah mangrove dosis 0,6 ml/tikus/hari mengalami penurunan kadar glukosa darah dari 228,67 mg/dL pada hari ke-0 menjadi 90,33 mg/dL pada hari ke-21.

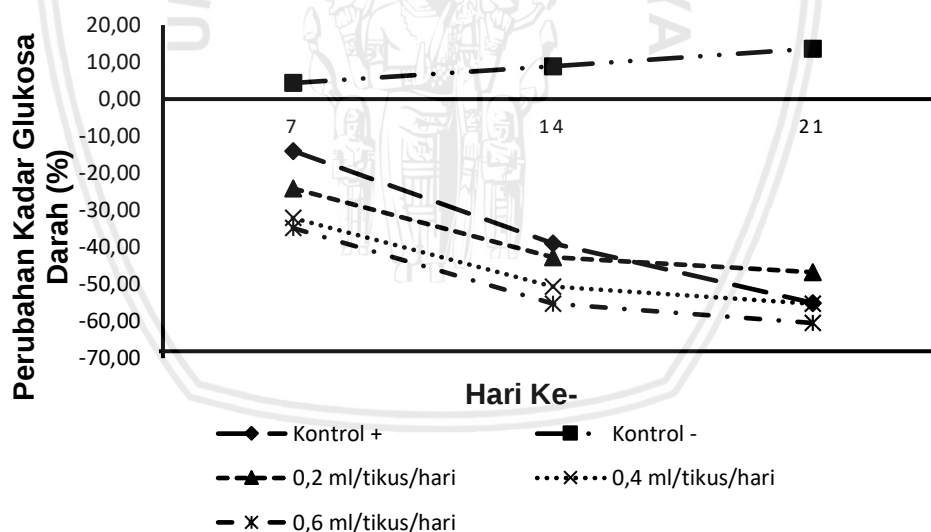
Perlakuan kontrol (+) yaitu dengan pemberian obat *glibenclamide* dosis 0,09 mg/tikus/hari. Pada histogram kontrol (+) mengalami penurunan kadar glukosa darah dari 24,00 mg/dL pada hari ke-0 menjadi 100,67 mg/dL pada hari ke-21. Sedangkan pada tikus kontrol (-), kadar glukosa darah tikus mengalami peningkatan dari 222,33 mg/dL pada hari ke-0 menjadi 252,67 mg/dL pada hari ke-21. Hal tersebut dikarenakan tikus tidak diberi perlakuan apapun setelah pemberian aloksan (pengkondisian diabetes).

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa, semakin tinggi dosis cuka sari buah mangrove maka semakin besar penurunan kadar glukosa darah tikus. Penurunan kadar glukosa darah tikus tertinggi terdapat pada perlakuan pemberian dosis 0,6 ml/tikus/hari. Cuka sari buah mangrove dosis 0,6 ml/tikus/hari mampu menurunkan kadar glukosa darah lebih baik dibandingkan dengan perlakuan kontrol (+) yang menggunakan obat *glibenclamide*. Hal ini disebabkan pada dosis 0,6 ml/tikus/hari lebih banyak senyawa bioaktif yang terkandung dari cuka sari buah mangrove dibandingkan dengan dosis lainnya sehingga lebih optimal dalam menurunkan kadar glukosa darah dari tikus.

Pada cuka sari buah mangrove terkandung flavonoid dimana menurut Novrial *et al.*, (2012), Flavonoid memiliki efek biologi yang bervariasi seperti aktivitas immunomodulasi, antioksidan, efek hipolipidemi, hipoglikemi dan

melenturkan pembuluh darah. Efek antidiabetik flavon juga telah dibuktikan melalui penelitian pada tikus, disimpulkan bahwa flavon dapat memodulasi metabolisme lipid, glukosa abnormal, memperbaiki resistensi insulin perifer dan mengurangi komplikasi diabetes yang disebabkan oleh abnormalitas profil lipid dan resistensi insulin. Aksi flavonoid yang bermanfaat pada diabetes mellitus adalah melalui kemampuannya untuk menghindari absorpsi glukosa atau memperbaiki toleransi glukosa. Lebih lanjut flavonoid menstimulasi pengambilan glukosa pada jaringan perifer, mengatur aktivitas dan ekspresi enzim yang terlibat dalam jalur metabolisme karbohidrat dan bertindak menyerupai insulin, dengan mempengaruhi mekanisme insulin signaling.

Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik persen perubahan kadar glukosa darah selama 21 hari

Pada Gambar 7, diketahui nilai penurunan menunjukkan nilai negatif yang berarti kadar glukosa mengalami penurunan. Selain itu juga menunjukkan kemampuan penurunan glukosa darah tikus pemberian cuka sari buah mangrove dosis 0,6 ml/tikus/hari beda nyata dengan K(+). Hal itu menunjukkan kemampuan 0,6 ml/tikus/hari hampir sama dengan obat *glibenclamide*. Mekanisme kerja obat

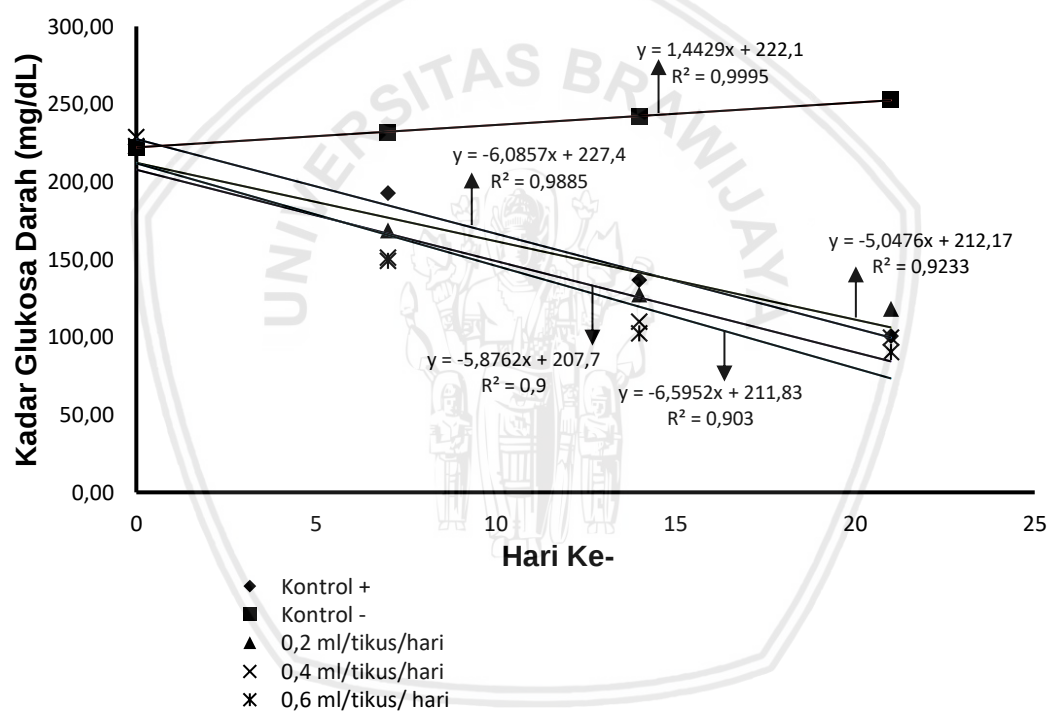
golongan sulfonilurea dengan cara menstimulasi pelepasan insulin yang tersimpan (*stored insulin*) dan meningkatkan sekresi insulin akibat rangsangan glukosa. Perlakuan ini menunjukkan prosentase penurunan yang tidak berpengaruh nyata dengan perlakuan *glibenclamide* penelitian yang dilakukan oleh Sari (2014), dosis dalam pemberian ekstrak tepung buah bakau (*Rhizophora mucronata*) yang paling optimal adalah 750 ppm, akan didapatkan kadar glukosa darah tikus normal pada hari ke-20. Hal ini menunjukkan bahwa pada dosis yang lebih tinggi diduga mengandung senyawa bioaktif yang lebih banyak, sehingga dapat menurunkan kadar glukosa lebih besar.

Perlakuan pemberian cuka sari buah mangrove dengan berbagai macam dosis mampu menurunkan kadar glukosa darah dengan presentase penurunan yang berbeda-beda setiap dosis. Semakin tinggi dosis yang diberikan, maka semakin pesat penurunan kadar glukosa darah. Pada kontrol (+) didapatkan penurunan kadar glukosa darah sebesar 55,06% pada hari ke-21. Terjadinya penurunan pada kontrol (+) membuktikan bahwa perlakuan pemberian obat *glibenclamide* mampu menurunkan kadar glukosa darah dengan baik. Sedangkan pada kontrol (-) tidak mengalami penurunan kadar glukosa darah, melainkan mengalami kenaikan sampai pada hari ke-21 sebesar 13,64%, hal ini dikarenakan pada kontrol (-) tidak diberikan obat antidiabet melainkan hanya disuntikkan aloksan saja.

Penurunan kadar glukosa darah disebabkan oleh kandungan bioaktif pada cuka sari buah mangrove yang dapat menyebabkan penurunan glukosa darah. Mekanisme antidiabetes dari flavonoid menurut Julianti *et al.* (2015), melalui dua cara yaitu dengan beraktivitas menyerupai insulin dan kemampuan meningkatkan aktivitas insulin. Kemampuan flavonoid menyerupai insulin, khususnya epigallocatekin galat adalah dengan mengatur pengkodean enzim glukoneogenik dan fosforilasi protein tirosin dengan memodulasi reaksi redoks

dalam sel. Kemampuan flavonid dalam meningkatkan aktivitas insulin adalah dengan meningkatkan pengambilan glukosa ke dalam jaringan adiposit. Selain itu flavonoid yang terkandung di dalam cuka sari buah mangrove pedada diduga menjadi faktor yang dapat mengendalikan glukosa darah pada tikus diabetes.

Penentuan pada hari ke berapa cuka sari buah mangrove (*Sonneratia alba*) dapat menurunkan kadar glukosa darah tikus, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan regresi. Hasil persamaan regresi pengaruh pemberian cuka sari buah mangrove pedada dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik regresi kadar glukosa darah tikus

Pada gambar 8 dapat diketahui hasil persamaan regresi bahwa kadar glukosa darah tikus mengalami penurunan dan untuk menentukan hari ke berapa nilai kadar glukosa mencapai batas normal. Setiap perlakuan mempunyai persamaan regresi yang berbeda. Berdasarkan persamaan tersebut, semakin kecil nilai (X) maka kemampuan dalam penurunan kadar glukosa darah semakin

besar. Pada hari ke berapa glukosa darah tikus mencapai batas normal dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Glukosa darah tikus mencapai batas normal

Perlakuan	Persamaan Regresi	Glukosa Darah Normal (Hari ke-)
Kontrol Negatif (-)	$y = 1,4429x + 222,1$	-
Kontrol Positif (+)	$y = -6,0857x + 227,4$	22
0,2 ml/tikus/hari (P1)	$y = -5,0476x + 212,17$	24
0,4 ml/tikus/hari (P2)	$y = -5,8762x + 207,7$	19
0,6 ml/tikus/hari (P3)	$y = -6,5952x + 211,83$	17

Persamaan diatas, (Y) merupakan data glukosa darah normal, sedangkan (X) merupakan waktu kapan tikus diabetes akan sembuh. Jika persamaan regresi tersebut dimasukkan kadar glukosa darah normal, maka akan diketahui waktu kapan tikus diabetes akan sembuh. Kadar glukosa darah normal (Y) tiap perlakuan dapat diketahui pada Tabel 7, sehingga masing-masing dari perlakuan tersebut akan diketahui waktu kapan sembuh. Pada umumnya kemiringan regresi pada semua perlakuan akan mengalami penurunan, semakin besar nilai $y=ax+b$, maka kemiringan garis regresi akan semakin curam. Perhitungan persamaan regresi dari perlakuan pengaruh cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) terhadap kadar glukosa darah tikus dapat dilihat pada Lampiran 4.

Pada tikus perlakuan K(+) dengan menggunakan obat *glibenclamide* yaitu $y = -6,0857x + 227,4$ diketahui bahwa nilai glukosa darah normal ($87,67 \pm 0,58$) akan didapatkan pada hari ke-22, pada tikus dengan pemberian cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dosis 0,2 ml/tikus/hari yaitu $y = -5,0476x + 212,17$ akan didapatkan pada hari ke-24, pada tikus dengan dosis 0,4 ml/tikus/hari yaitu $y = -5,8762x + 207,7$ akan didapatkan pada hari ke-19, dan pada tikus dengan pemberian cuka sari buah mangrove pedada (*Sonnertia alba*) dosis 0,6 ml/tikus/hari yaitu $y = -6,5952x + 211,83$ akan didapatkan pada hari ke-17.

Faktor konversi dosis apabila dikonversikan ke dosis manusia menurut Atiqoh *et al.*(2011), memiliki faktor konversi sebesar 56,0 (tikus (200 gram) ke manusia (70 kg)). Sehingga apabila masing-masing dosis dari cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) di konversikan ke dalam dosis manusia sebagai berikut:

- Dosis 0,2 ml

Dosis untuk tikus $\times$ faktor konversi dari tikus ke manusia

$$0,2 \text{ ml} \times 56,0 = 11,2 \text{ ml/70 kg BB}$$

- Dosis 0,4 ml

Dosis untuk tikus $\times$ faktor konversi dari tikus ke manusia

$$0,4 \text{ ml} \times 56,0 = 22,4 \text{ ml/70 kg BB}$$

- Dosis 0,6 ml

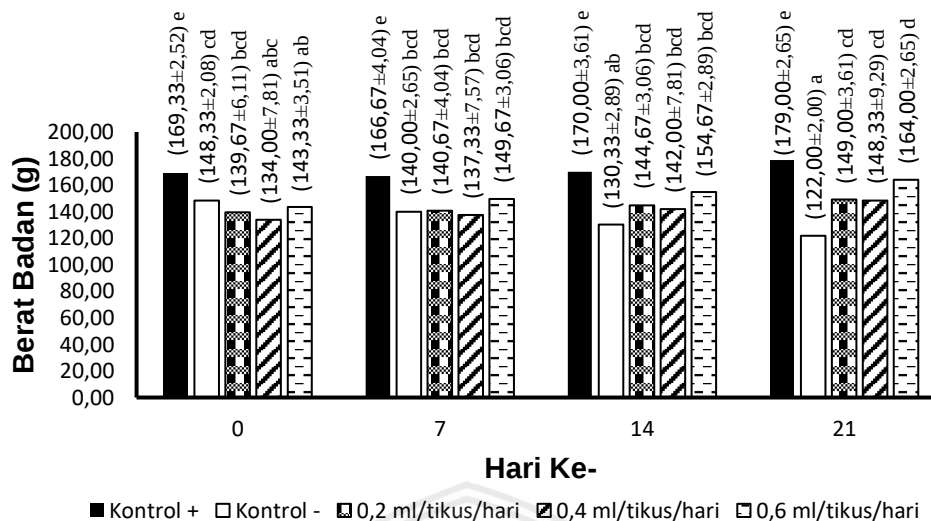
Dosis untuk tikus $\times$ faktor konversi dari tikus ke manusia

$$0,6 \text{ ml} \times 56,0 = 33,6 \text{ ml/70 kg BB}$$

4.3.2 Berat Badan Tikus

Pada penelitian ini perubahan berat badan tikus dapat dilihat saat penimbangan berat badan yang dilakukan selama 21 hari perlakuan yaitu pada hari ke 0, 7, 14 dan 21. Hal ini bertujuan untuk mengetahui perkembangan berat badan tikus selama penelitian serta pengaruh pemberian cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) terhadap berat badan tikus.

Hasil ANOVA data berat badan tikus (Lampiran 5) menunjukkan bahwa perlakuan dosis dan interaksi keduanya (pemberian dosis dan lama pemberian) berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap berat badan tikus, sedangkan pada perlakuan lama pemberian tidak memberikan pengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap berat badan tikus. Hasil uji lanjut dengan Duncan dan histogram rerata berat badan tikus dapat dilihat pada Gambar 9.



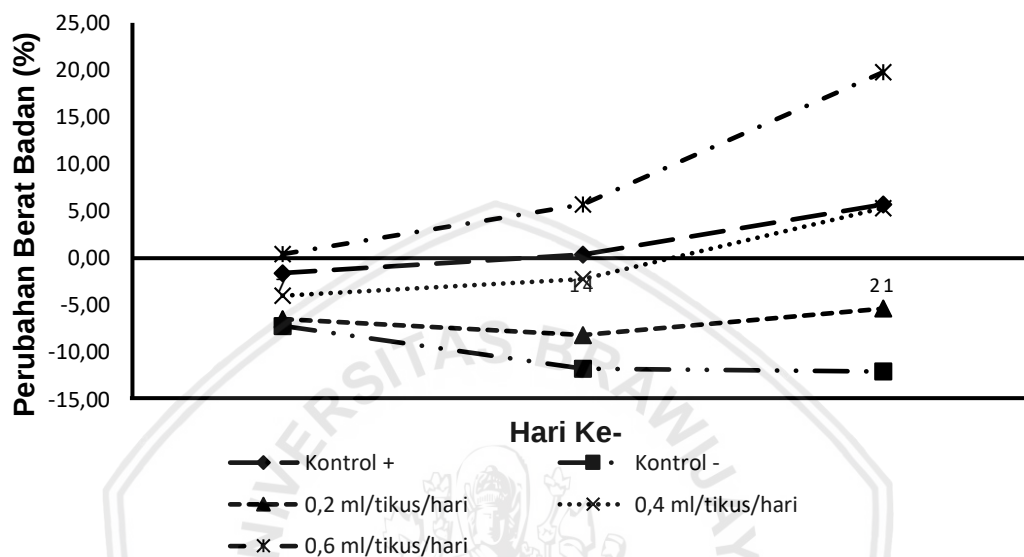
Keterangan: Notasi huruf diatas menunjukkan beda nyata pada ($p < 0,05$)

Gambar 9. Histogram berat badan tikus selama 21 hari

Pada Gambar 9, histogram pertumbuhan berat badan tikus dapat diketahui bahwa berat badan tikus perlakuan K(+), dosis 0,2 ml/tikus/hari, 0,4 ml/tikus/hari dan 0,6 ml/tikus/hari dari hari ke-0 sampai dengan hari ke-21 cenderung mengalami kenaikan, sedangkan pada perlakuan K(-) mengalami penurunan. Menurut Herpandi *et al.*(2006), kenaikan berat badan sangat berkaitan dengan jumlah konsumsi ransum. Selain itu tikus merupakan hewan yang tidak pernah berhenti untuk tumbuh dan makan. Ditambahkan oleh Hardiningsih dan Nurhidayat (2006), bahwa berat badan tikus tidak stabil dan terus tumbuh disebabkan oleh kondisi tikus yang masih dalam masa pertumbuhan. Pada penelitian Lailani *et al.*(2013), berat tikus wistar jantan berkisar antara 100 – 200 gram pada umur 2 – 3 bulan.

Berdasarkan penelitian Lailani *et al.*(2013), hasil penelitian berat rata-rata tikus jantan wistar ini sebanding. Berat rata-rata hewan tidak terlalu berbeda nyata karena kualitas makanan masih diperhatikan. Pada pemeliharaan hewan coba harus tersedia makanan dengan kualitas yang baik. Hal tersebut bertujuan agar tidak terjadi kenaikan berat badan yang jauh berbeda pada umur yang sama.

Pengaruh pemberian cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) terhadap perubahan berat badan dapat diketahui dengan dilakukan perhitungan persentase perubahan berat badan. Grafik persentase perubahan berat badan tikus dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik persen perubahan berat badan tikus selama 21 hari

Pada Gambar 10, dapat diketahui pertumbuhan berat badan tikus dengan perlakuan kontrol(+) yaitu pemberian obat *glibenclamide* 0,09 mg/tikus/hari, serta perlakuan pemberian cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dengan dosis 0,2 ml/tikus/hari, 0,4 ml/tikus/hari dan 0,6 ml/tikus/hari mengalami perubahan yang cukup tinggi dari hari ke-0 sampai hari ke-21. Hal tersebut berbanding terbalik dengan perlakuan kontrol(-) yaitu tikus yang menderita diabetes tanpa diberi obat antidiabet, sehingga berat badan tikus cenderung menurun.

Terjadinya penurunan bobot badan pada kelompok tikus positif diabetes mellitus menurut Puspasti *et al.*, (2013), disebabkan karena pada tikus kondisi diabetes mellitus tidak mampu menggunakan glukosa sebagai sumber energi, hal tersebut disebabkan karena sel beta pankreas kurang optimal dalam memproduksi insulin. Kekurangan insulin menyebabkan glukosa tidak bisa

masuk kedalam sel sehingga kebutuhan energi untuk tubuh diperoleh dari hasil lipolisis. Lemak diberbagai jaringan dimobilisasi dan didegradasi melalui proses beta oksidasi untuk menghasilkan energi. Kehilangan lemak menyebabkan bobot badan menurun. Kehilangan bobot badan merupakan salah satu karakteristik diabetes mellitus. Walaupun kadar glukosa dalam darah tinggi tetapi sel tidak dapat memanfaatkan glukosa dalam darah sehingga untuk mempertahankan kehidupannya sumber tenaga diambil dari otot ataupun hati melalui proses glukoneogenesis sehingga keadaan ini yang menyebabkan bobot badan menurun.

Berat badan tikus sejak awal hingga akhir perlakuan mengalami peningkatan dan penurunan yang bervariasi. Namun perubahan berat badan yang paling pesat dari hari ke-0 sampai dengan hari ke-21 terdapat pada perlakuan dosis 0,6 ml/tikus/hari. Hal ini menunjukkan pada dosis 0,6 ml/tikus/hari mampu menurunkan kadar glukosa darah yang lebih efisien dibanding dosis yang lain. Peningkatan berat badan diduga karena tikus mengalami kehilangan kalori yang cukup besar pada keadaan diabetik. Hal ini menyebabkan tikus mengalami gejala kelaparan dan meningkatkan asupan makanan. Menurut Puspiti *et al.* (2013), kenaikan kadar glukosa darah terjadi dengan cara mengaktifkan sel beta pankreas untuk produksi insulin. Sehingga insulin menjadi normal dan sel mendapat cukup energi. Hal ini menyebabkan glukosa dapat disimpan dengan baik dalam otot dan hati sehingga bobot badan tikus berangsur–angsur menjadi meningkat.

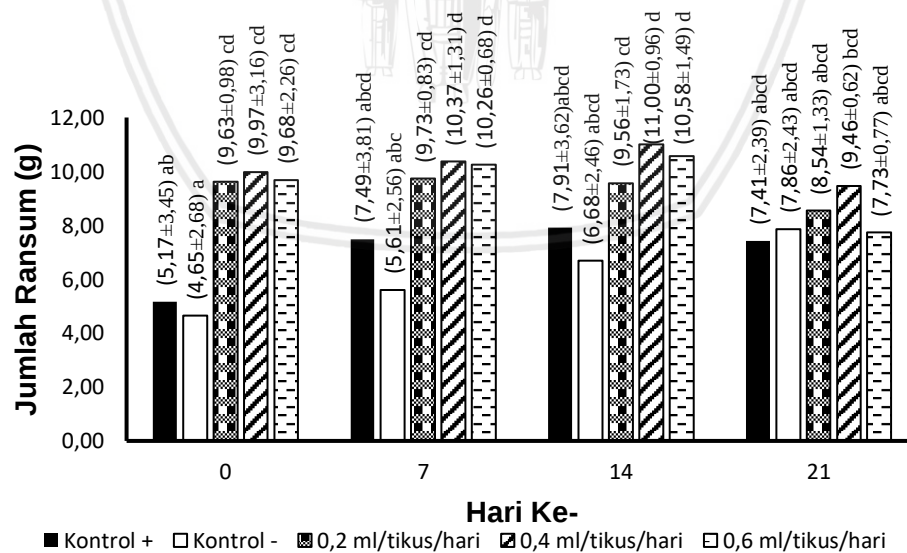
4.3.3 Jumlah Ransum

Pada penelitian ini, ransum dan minum diberikan secara *ad libitum*. Jumlah ransum yang diberikan setiap hari adalah 20 gram. Jumlah ransum yang dikonsumsi oleh tikus dapat diketahui dengan menghitung selisih antara jumlah

pakan yang diberikan dengan sisa pakan masing-masing tikus. Perhitungan jumlah ransum dilakukan setiap 7 hari sekali selama 21 hari pengamatan.

Kebutuhan pakan pada tikus wistar menurut Permana (2010), kurang lebih sebanyak 15% dari bobot tubuhnya jika ransum tersebut berupa ransum basah. Apabila berupa ransum kering maka kebutuhannya sebanyak 10% dari bobot tubuhnya. Selain itu, tikus juga membutuhkan minuman sebanyak 15-30 ml per hari. Namun, jumlah tersebut dapat berkurang apabila ransum yang diberikan mengandung banyak air. Pemberian pakan tikus untuk betina rata-rata sebesar 10-15 gram, sedangkan untuk jantan rata-rata sebesar 15-20 gram.

Hasil ANOVA data jumlah ransum tikus (Lampiran 6) menunjukkan bahwa perlakuan pemberian dosis berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap jumlah ransum yang dikonsumsi tikus. Pada perlakuan lama pemberian dan interaksi keduanya (pemberian dosis dan lama pemberian) tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap jumlah ransum yang dikonsumsi tikus. Hasil uji lanjut Duncan dan histogram rerata jumlah ransum tikus dapat dilihat pada Gambar 11.

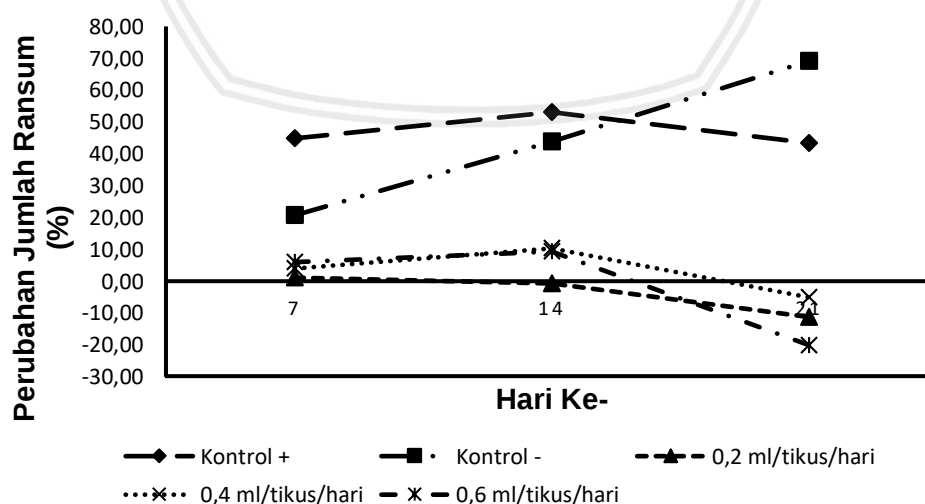


Keterangan: Notasi huruf diatas menunjukkan beda nyata pada ($p < 0,05$)
Gambar 11. Histogram konsumsi ransum tikus selama 21 hari.

Pada Gambar 11 jumlah ransum tikus cenderung naik dan turun. Hal ini disebabkan setelah pemberian cuka sari buah mangrove maupun obat *glibenclamide*, glukosa darah tikus mulai mengalami penurunan. Sehingga membuat kondisi tubuh tikus semakin membaik dan nafsu makan meningkat, maka konsumsi ransum pada hari ke-7 dan ke-14 mengalami peningkatan. Pada kontrol (-), jumlah ransum semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena glukosa darah semakin meningkat juga.

Bertambahnya jumlah rerata ransum yang dikonsumsi tikus disebabkan pemberian cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dan obat *glibenclamide* mampu memberikan efek dengan menurunnya kadar glukosa darah tikus. Sehingga mengembalikan nafsu makan dan berat badan bertambah naik. Ransum yang dikonsumsi tikus mengalami penurunan dan kenaikan yang tidak signifikan. Hal ini disebabkan tikus mulai beradaptasi dengan pemberian cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*).

Besarnya pengaruh perlakuan terhadap jumlah ransum yang dikonsumsi dapat dilakukan perhitungan persentase perubahan berat ransum (Lampiran 6). Grafik persen perubahan jumlah ransum dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Grafik persen perubahan ransum tikus selama 21 hari

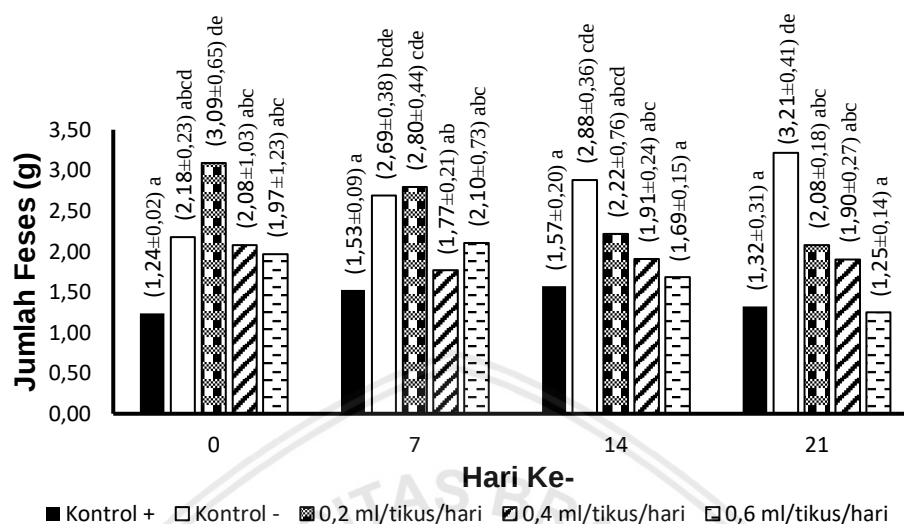
Pada Gambar 12, persentase perubahan jumlah pakan yang dikonsumsi dari hari ke-0 hingga hari ke-21 cenderung tidak mengalami perubahan yang signifikan. Dari perhitungan yang telah dilakukan, terdapat nilai negatif yang berarti jumlah ransum yang dikonsumsi tikus mengalami penurunan dan terdapat nilai positif yang berarti jumlah ransum yang dikonsumsi tikus mengalami kenaikan pada hari ke-7. Hal ini dikarenakan cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) yang diberikan kepada tikus tidak mempengaruhi pola makan tikus atau peningkatan nafsu makan tikus. Berdasarkan hasil penelitian Wresdiyati *et al.* (2011), jumlah konsumsi ransum tikus normal sebesar 12,22 g, dengan lama percobaan 82 hari. Tinggi dan rendahnya jumlah konsumsi ransum dipengaruhi oleh banyak faktor. Ditambahkan oleh Permana (2010), konsumsi ransum merupakan faktor yang sangat penting terkait kehidupan pokok dari hewan uji. Selain itu palatabilitas pakan, citarasa, tekstur, jenis pakan, dan faktor lingkungan merupakan salah satu hal yang dapat mempengaruhi jumlah konsumsi ransum.

4.3.4 Jumlah Feses

Pada penelitian ini berat feses tikus dihitung dan ditimbang setiap hari dengan menggunakan timbangan analitik. Pengukuran berat feses ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) terhadap banyaknya feses yang dikeluarkan oleh tikus tiap harinya. Data berat feses tikus seluruhnya dapat dilihat pada Lampiran 7.

Hasil ANOVA data berat feses tikus (Lampiran 7) menunjukkan bahwa perlakuan pemberian dosis berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap berat feses tikus. Namun pada perlakuan lama pemberian dan interaksi keduanya (pemberian dosis dan lama pemberian) tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$)

terhadap berat feses tikus. Hasil uji lanjut dengan Duncan dan histogram rerata berat feses tikus dapat dilihat pada Gambar 13.



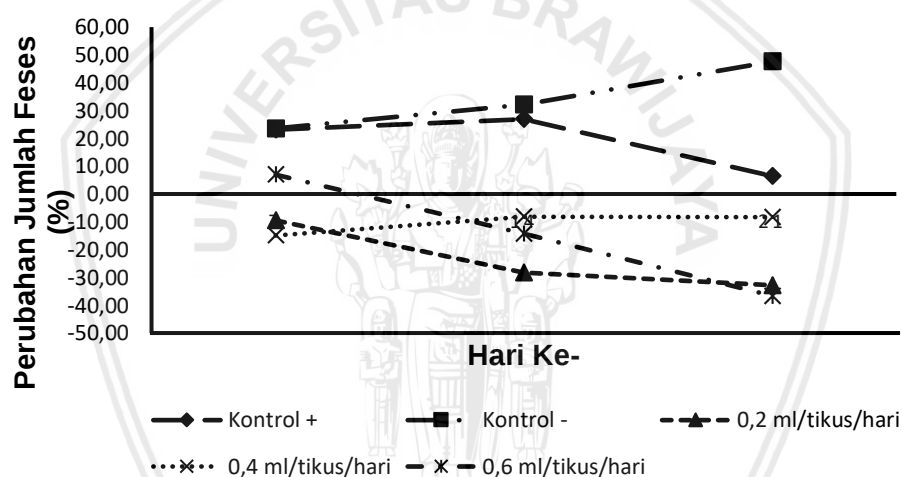
Keterangan: Notasi huruf diatas menunjukkan beda nyata pada ($p < 0,05$)
Gambar 13. Histogram jumlah feses tikus selama 21 hari

Dari Gambar 13, dapat diketahui bahwa berat feses tikus selama 21 hari mengalami kenaikan dan penurunan secara bervariasi. Namun rerata berat feses yang mengalami penurunan drastis pada tikus dosis 0,6 ml/tikus/hari yaitu hari ke-0 sebesar 1,97 gram sampai hari ke-21 sebesar 1,25 gram. Sedangkan pada kontrol(-) cenderung mengalami kenaikan dari hari ke-0 sebesar 2,18 gram sampai hari ke-21 mencapai sebesar 3,21 gram. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh jumlah konsumsi ransum tiap tikus pada tiap perlakuan. Perbedaan jumlah feses yang dikeluarkan ini dipengaruhi oleh jumlah ransum yang dikonsumsi serta dosis cuka sari buah mangrove yang diberikan. Ransum yang dikonsumsi akan mempengaruhi banyaknya feses yang dikeluarkan tikus tiap harinya.

Kondisi tikus yang diabetes mellitus mengakibatkan feses dalam keadaan basah karena tikus diabetes mellitus akan mengeluarkan banyak urin dan kental. Namun dengan pemberian cuka sari buah mangrove, tikus akan mengeluarkan banyak urin sehingga feses tidak terlalu basah. Menurut penelitian Amalia (2014), diperoleh hasil berat feses tikus normal pada hari ke-1 sebesar 5,7 gram

dan pada hari ke-15 sebesar 3,1 gram. Perbedaan berat feses dipengaruhi oleh beberapa hal. Produksi feses dipengaruhi oleh jenis pakan, umur hewan, kondisi pengumpulan feses, cara pemeliharaan dan faktor lingkungan (Kasmidjo, 1991).

Cara mengetahui pengaruh pemberian cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) terhadap perubahan jumlah berat feses tiap pengamatan 5 hari sekali maka dilakukan perhitungan dengan perubahan jumlah berat feses yang dapat dilihat pada Lampiran 7. Perubahan jumlah feses pada pengaruh pemberian cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Grafik persen perubahan jumlah feses selama 21 hari

Pada Gambar 14, persentase perubahan berat feses yang paling tinggi adalah tikus perlakuan K- yaitu 47,63% selama 21 hari dan dosis 0,6 ml/tikus/hari yaitu mengalami penurunan sebesar 36,61% selama 21 hari. Perbedaan perubahan berat feses tikus ini dipengaruhi oleh berat ransum yang dikonsumsi, dosis cuka sari buah mangrove yang diberikan, metabolisme dalam tubuh tikus percobaan dan keadaan feses. Menurut Kasmidjo (1991), produksi feses dipengaruhi oleh umur hewan, jenis ransum, cara pemeliharaan, kondisi pengumpulan feses, dan faktor lingkungan.

4.4 Uji Toksisitas (LC_{50})

Pengujian toksisitas dilakukan untuk mengetahui apakah cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) bersifat toksik atau tidak. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk pengujian toksisitas ini adalah dengan menggunakan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) dengan hewan uji *Artemia salina* Leach sebagai bioindikator. Nilai LC_{50} dari cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) diperoleh dari hasil perhitungan log konsentrasi terhadap nilai probit. Nilai LC_{50} menunjukkan besarnya konsentrasi suatu bahan uji yang dapat menyebabkan 50% kematian jumlah *Artemia salina* Leach setelah perlakuan 24 jam.

Hasil perhitungan nilai log konsentrasi terhadap nilai probit dapat dilihat pada Lampiran 8. Hasil uji LC_{50} pada cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) sebesar 1229,01 ppm (hasil merupakan rata-rata dari 3 kali ulangan). Menurut Muaja *et al.*(2013), suatu ekstrak menunjukkan aktivitas ketoksikan dalam uji toksisitas jika ekstrak dapat menyebabkan kematian 50% hewan uji pada konsentrasi < 1000 ppm. Berdasarkan dari pernyataan tersebut maka cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) bersifat tidak toksik.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- Pemberian cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dapat menurunkan kadar glukosa darah tikus wistar putih yang telah mengalami hiperglikemia terbaik pada hari ke- 21 pada dosis 0,6 ml/tikus/hari.
- Dosis 0,6 ml/tikus/hari adalah dosis cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) yang terbaik dan tercepat dalam menurunkan kadar glukosa darah tikus wistar, namun apabila diaplikasikan ke manusia, dosis 0,2 ml/tikus/hari (11,2 ml/70 kg BB/hari) adalah dosis yang efektif dalam menurunkan kadar glukosa darah.

5.2 Saran

- Pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai frekuensi pemberian cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) sebanyak 2 atau 3 kali sehari per dosis.
- Perlu dilakukan uji tentang senyawa spesifik dari cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) yang berperan dalam penurunan glukosa darah.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriyanto, A. A., dan Rahmayuni. 2016. Pengaruh penambahan karaginan terhadap mutu permen jelly dari buah pedada (*Sonneratia caseolaris*). *Jurnal Online Mahasiswa Faperta*, **3**(2):1-9.
- Ahmad, R. Z. 2005. Pemanfaatan khamir *Saccharomyces cerevisiae* untuk ternak. *WARTAZOA*, **15**(1):49-55.
- Alfian, R. dan H. Susanti. 2012. Penetapan kadar fenolik total ekstrak metanol kelopak bunga rosella merah (*Hibiscus sabdariffa* linn) dengan variasi tempat tumbuh secara spektrofotometri. *Jurnal Ilmiah Kefarmasian*. **2**(1): 73-80.
- Amalia, R. 2014. Pengaruh pemberian tepung buah bakau (*Rhizophora mucronata*) tua kupas terhadap kadar glukosa darah tikus putih wistar (*Rattus novergicus*). *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Anggorowati, D. A., G. Priandini, dan Thufail. 2016. Potensi daun alpukat (*Persea americana miller*) sebagai minuman teh herbal yang kaya antioksidan. *Industri Inovatif*. **6**(1):1-7.
- Anjani, P. P., Andrianty, S., & Widyaningsih, T.D. 2015. Pengaruh penambahan pandan wangi dan kayu manis pada teh herbal kulit salak bagi penderita diabetes. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. **3**:203-214.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemist). 2005. Official method of analysis of the association of official analysis chemist. Washington DC (USA) : AOAC in.
- Astuti, Ambar D.W. 2011. Efektivitas pemberian ekstrak jahe merah (*Zingiber officinale roscoe varr rubrum*) dalam mengurangi nyeri otot pada atlet sepak takraw. *Artikel Penelitian*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Atiqoh, H., R. S. Wardani., dan W. Meikawati. 2011. Uji antidabetik infusa kelopak bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa* Lainn.) pada tikus putih jantan galur wistar yang diinduksi glukosa. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*, **7**(1):43-50.
- Azrimaidaliza. 2011. Asupan zat gizi dan penyakit diabetes mellitus. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. **6**(1):36-41.
- Badan Standarisasi Nasional. 1996. SNI 01-4371-1996. Cuka Fermentasi Departemen Perindustrian Republik Indonesia. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. SNI 06-6989.11-2004. Air Dan Air Limbah–Bagian 11: Cara Uji Derajat Keasaman (Ph) Dengan Menggunakan Alat Ph Meter. Jakarta.

- Baderan, D. W. K., Marini, S. H., Chairunnisah, L., dan Yuliana, R. 2015. Diversifikasi produk olahan buah mangrove sebagai sumber pangan alternatif masyarakat pesisir toroseaje, kabupaten pohuwato, provinsi gorontalo. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, **1**(2):347-351.
- Cahyani, M, N. 2014. Pengaruh pemberian ekstrak etanol rimpang temulawak (*curcuma xanthorrhiza* roxb.) Terhadap kadar glukosa darah tikus putih (*rattus norvegicus*) galur wistar yang diinduksi aloksan. *Skripsi*. Universitas Tanjungpura, Pontianak.
- Candra, S. 2012. Pengaruh pemberian ekstrak buah belimbing wuluh (*averrhoa blimbi l.*) Terhadap penurunan kadar glukosa darah tikus wistar yang diinduksi aloksan. *Skripsi*. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Caturryanti, D., S. Luwihana, dan S. Tamaroh. 2008. Pengaruh varietas apel dan campuran bakteri asam asetat terhadap proses fermentasi cider. *Agritech*. **28**(2):70-75.
- Dyasis. 2016. *Fluid stable diagnostic systems international glucose FS*. Kit Glucose FS. Page 30.
- Fahri, C., Sutarno, dan L. Shanti. 2005. Kadar glukosa dan kolesterol total darah tikus putih (*Rattus norvegicus* L.) hiperglikemik setelah pemberian ekstrak metanol akar meniran (*Phyllanthus niruri* L.). *Biofarmasi*. **3**(1):1-6.
- Fatimah, R. N. 2015. Diabetes mellitus tipe 2. *Journal Majority*, **4**(5):93-101.
- Google Image. 2018. Mangrove *sonneratia alba*. Di akses pada tanggal 11 Desember 2018, Pukul 03.00 WIB.
- Hamidatun, O.K. Mandasari., I. Rosdiana., dan S.D.Widiyana. 2014. Pengaruh cuka salak terhadap penurunan glukosa darah dan histopatologi pankreas tikus diabetes. *Program Kreativitas Mahasiswa*. 1-6.
- Hamsah. 2013. Karakterisasi sifat fisikokimia tepung buah bakau (*Sonneratia alba*). *Skripsi*. Jurusan Teknologi Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Hasanuddin. Makasar. Hal. 22.
- Hardiningsih, R., dan N. Nurhidayat. 2006. Pengaruh pemberian pakan hiperkolesterolemia terhadap bobot badan tikus putih wistar yang diberi bakteri asam laktat. *Biodiversitas*. **7**(2):127-130.
- Hardoko.2006. Pengaruh konsumsi kappa- karagenan terhadap glukosa darah tikus wistar (*Ratus novergicus*) diabetes. *Jurnal Teknik dan Industri Pangan*. **19**(2):67-75.
- Hardoko. 2008. Pengaruh konsumsi gel dan larutan rumput laut (*Eucheuma cottoni*) terhadap hiperkolesterolemia darah tikus wistar. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. **19**(2):97-104.

- Herpandi, M. A., W. Tutik, dan Nurheni. 2006. Perubahan profil lipida, kolesterol digesta dan asam propionat pada tikus dengan diet tepung rumput laut. *Jurnal Teknol dan Industri Pangan*. **17**(3):227-232.
- Himawan, I. W., Aman, B. P., Bambang, T., dan Jose, R. L. B. 2009. Komplikasi jangka pendek dan jangka panjang diabetes mellitus tipe 1. *Sari Pediatri*, **10**(6):367-372.
- Imran, A., dan Ismail, E. 2016. Inventarisasi mangrove di pesisir panati cemara lombok barat. *Jurnal Pendidikan Mandala*, **1**:105-112.
- Indralisa., Safrida., Khairil., Abdullah., S. Mustafa. 2015. Profil kadar glukosa darah pada tikus setelah penyuntikan aloksan sebagai hewan model hiperglikemik. *Jurnal EduBio Tropika*. **3**(1):1-50.
- Januarersti, A., E. T. Sutrisno dan Y. Taufik. 2016. Pengaruh konsentrasi inokulum *acetobacter aceti* dan lama fermentasi terhadap karakteristik *vinegar* murbei (*Morus alba*). Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Bandung.
- Julianti E.D., N. Nurjanah., H. Yuniati., E. Ridwan., dan E. Sahara. 2015. Pengaruh tapioka termodifikasi ekstrak teh hijau terhadap glukosa darah dan hispatologi pankreas tikus diabetes. *Penelitian Gizi dan Makanan*. **38** (1):51-60.
- Kasmidjo, R. B. 1991. *Penanganan limbah pertanian, perkebunan, dan industri pangan*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. Hal 155.
- Kristiani, A. 2012. Studi aktivitas antibakteri cuka anggur bali (*Vitis vinifera*) (kajian buah anggur utuh : buah anggur kupas serta proporsi buah:air). *Thesis*. Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Kwartiningsih, E., dan Nuning, S. M. 2005. Fermentasi sari buah nanas menjadi vinegar. *EKUILIBRIUM*, **4**(1):8-12.
- Lailani, M., E. Zulkarnain, dan B. H Rahmatina. 2013. Tekanan darah tikus wistar jantan dan betina setelah pemberian diet tinggi garam. *Jurnal Kesehatan Andalas*. **2**(3):155-159.
- Larantukan, S.V.M., Setiasih, N.L.E., dan Widyastuti, S.K. 2014. Pemberian ekstrak etanol kulit batang kelor glukosa darah tikus hiperglikemia. *Indonesia Medicus Veterinus*. **3**(4):292-299.
- Mohamad, N. E., Swee, K. Y., Lim, Kian, L. L., Hamidah, M. Y., Boon, K. B., Sheau, W. T., Wan, Y. H., Shaiful, A. S., Anisah, J., Kamariah, L., Nik, M. A. N. A. R., dan Noorjahan, B. A. 2015. Antioxidant effects of pineapple vinegar in reversing of paracetamol-induced liver damage in mice. *Chinese Medicine*, **10**(3):1-10.
- Muaja, A. D., H. S, J, Koleangan, dan M. R. J. Runtuwene. 2013. Uji toksisitas dengan metode bslt dan analisis kandungan fitokimia ekstrak daun

- soyogik (*saurauia bracteosa* dc) dengan metode soxhletasi. *Jurnal MIPA UNSRAT*, **2**(2):115-118.
- Mulyadi, E., Okik, H., dan Nur, F. 2009. Konservasi hutan mangrove sebagai ekowisata. *Jurnal Ilmiah Teknik Linnkungan*, **1**:51-58.
- Nendissa, S. J., Rachel, B., dan Nikholaus, M. 2015. Pengaruh konsentrasi ragi *saccharomyces cerevisiae* dan lama fermentasi terhadap kualitas cuka tomi-tomi (*flacourtia inermis*). *Jurnal Teknologi Pertanian*, **4**(2):50-55.
- Novrial, D., H. Sulisty., dan Setiawati. 2012. Comparison of antidiabetic effects of honey, *glibenclamide*, metformin and their combination in the streptozotocin induced diabetics rat. *Prosiding Seminar Nasional Kesehatan*. Jurusan Kesehatan Masyarakat FKIK UNSOED. Purwokerto. Hal 1-15.
- Nugraheni, M. 2011. *Potensi makanan fermentasi sebagai makanan fungsional*. Seminar Nasional Wonderful Indonesia. Universitas Negeri Yogyakarta Press : Yogyakarta.
- Nurismanto, R., T. Mulyani dan D. I. N. Tias. 2014. Pembuatan asam cuka pisang kepok (*Musaparadiaca l.*) Dengan kajian lama fermentasi dan konsentrasi inokulum (*Acetobacter acetii*). *Jurnal Rekapangan*. **8**(2):149-155.
- Orey, C. 2008. *Khasiat cuka: cairan ajaib penyembuh alami*. Hikmah : Jakarta. 368 Hlm.
- Permana, Z. 2010. Konsumsi, pencernaan dan performa tikus putih (*rattus norvegicus*) yang diberi ransum disuplementasi biomineral cairan rumen. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Puspati, N. K. S., M. S. Anthara dan A. A. G. O. Dharmayudha. 2013. Pertambahan bobot badan tikus diabetes mellitus dengan pemberian ekstrak etanol buah naga daging putih. *Indonesia Medicus Veterinus*. **2**(2):225-234.
- Putri, A. A. S. I. M., G. P. Ganda P., dan Wayan A. 2016. Pengaruh penambahan inokulum *saccharomyces cerevisiae* dan lama fermentasi terhadap karakteristik cuka fermentasi dari cairan pulpa hasil samping fermentasi biji kakao (*Theobrama cacao l.*). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, **4**(3):71-84.
- Rekha C, Poornima G, Manasa M, Abhipsa V, Devi JP, Kumar HTV, Kekuda TRP. 2012. Ascorbic acid, total phenol content and antioxidant activity of fresh juice of four ripe and unripe citrus fruits. *Research Article. Chemical Science Transactions*. **1**(2):303-310.
- Ridwan, A., Raden, T. A., dan Anggraini, B. 2012. Pengukuran efek antidiabetes polifenol (*Polyphenon 60*) berdasarkan kadar glukosa darah dan histologi pankreas mencit (*Mus musculus l.*) S.W. jantan yang dikondisikan diabetes mellitus. *Jurnal Matematika & Sains*, **17**(2):78-82.

- Sa'adah, L. I. N., dan Testi, E. 2015. Karakterisasi minuman sari apel produksi skala mikro dan kecil di kota batu : kajian pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, **3**(2):374-380.
- Saber, A. 2011. Effect of Apple Vinegar on Physiological State of Pancreas in Normal and Alloxan Induced Diabetic Rats. *World Journal of Zoology*, **6**:7-11.
- Safnowandi. 2015. Struktur komunitas mangrove di teluk poton bako sebagai buku panduan untuk pemantapan ekosistem pada guru biologi sma di kabupaten lombok timur. *Jurnal Ilmiah IKIP Mataram*. **2**(1):365-379.
- Sari, I. P. 2014. Pengaruh pemberian ekstrak tepung buah bakau (*Rizhopora mucronata*) muda kupas terhadap kadar glukosa darah tikus wistar putih (*Rattus norvegicus*). *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya. Malang.
- Setiawan M. 2011. *Pre-Diabetes dan Peran HBA1C dalam Skrining dan Diagnosis Awal Diabetes Melitus*. Staff Pengajar Fakultas Kedokteran. Universitas Muhamadiyah Malang. **7**(14): 57-64.
- Setyawan, A. D dan K. Winarno. 2006. Pemanfaatan langsung ekosistem mangrove di jawa tengah dan penggunaan lahan di sekitarnya; kerusakan dan upaya restorasinya. *Biodiversitas*, **7**(3):282-291.
- Soriton, H., P. V. Y. Yamlean., dan W. A. Lolo. Uji efektivitas ekstrak etanol daun tapak dara (*Catharantus roseus* (L.) G.Don) terhadap penurunan kadar gula darah tikus putih jantan galur wistar (*Rattus novergicus* L.) yang diinduksi sukrosa. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, **3**(3):162-169.
- Suarsana, I. N., B. P. Priosoeryanto, M. Bintang dan T. Wresdiyati. 2010. Profil glukosa darah dan ultrastruktur sel beta pankreas tikus yang diinduksi senyawa aloksan. *JITV*, **15**(2):118-123.
- Sugiono. 2011. *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif dan r&d*. Bandung: Alfabeta. 380 hlm.
- Susanto, A. H., Thin, S., dan Hery, P. 2013. Struktur komunitas mangrove di sekitar jembatan suramadu sisi surabaya. *Bioscientiae*, **10**(1):1-10.
- Unzilarimbi, A. 2012. Karakteristik antosianin ketan hitam (*oryza sativa glutinuous*) hasil ekstraksi menggunakan metode ultrasonic bathpada berbagai variasi proses pengolahan. *Thesis*. Malang: Jurusan THP FTP Universitas Brawijaya Malang.
- Wachidah, L, N. 2013. Uji aktivitas antioksidan serta penentuan kandungan fenolat dan flavonoid total dari buah parijoto (*mednilla speciosa blume*). *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Wresdiyati, T., A. B. Hartanta dan M. Astawan. 2011. Tepung rumput laut (*Eucheuma cottonii*) menaikkan level superoksida dismutase (*Sod*) ginjal tikus hiperkolesterolemia. *Jurnal Veteriner*. **12**:126-135.

- Wulandari, S. 2010. Pengaruh pemberian cuka apel dan salak terhadap kadar glukosa darah pada tikus wistar jantan yang diberi diet tinggi gula. *Skripsi*. Jurusan Teknologi Hasil Perikanan, Universitas Brawijaya, Malang.
- Yeni, D. 2005. Studi kasus fisika pangan pembuatan tablet *effervescent* sari buah tomat. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- Yulianti, S., Irlansyah., Edi, J., dan Mufatis, W. 2007. *Khasiat & manfaat apel*. Agro Media Pustaka : Jakarta. 78 Hlm.
- Zubaidah, E. 2011. Pengaruh pemberian cuka apel dan cuka salak terhadap kadar glukosa darah tikus wistar yang diberi diet tinggi gula. *Jurnal Teknologi Pertanian*, **2**(13):163-169.
- Zubaidah, E., dan Christina, V. 2014. Studi aktivitas antioksidan cuka berbasis buah anggur bali (*Vitis vifera*) utuh dan tanpa kulit. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, **7**(2):95-103.
- Zubaidah, E., dan Indri, R. 2016. Efektivitas cuka salak dan cuka apel terhadap kadar glukosa dan hispatologi pankreas tikus diabetes. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, **4**(1):170-179.
- Zubaidah, E., dan Izzati, N. F. 2015. Efek cuka apel dan cuka salak terhadap penurunan glukosa darah dan hispatologi pankreas tikus wistar diabetes. *Jurnal Kedokteran Brawijaya*, **28**(4) : 297-301.



Lampiran 1. Keterangan kelaikan etik penelitian



**KOMISI ETIK PENELITIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**KETERANGAN KELAIKAN ETIK
"ETHICAL CLEARENCE"**

No: 1098-KEP-UB

**KOMISI ETIK PENELITIAN (ANIMAL CARE AND USE COMMITTEE)
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**TELAH MEMPELAJARI SECARA SEKSAMA RANCANGAN PENELITIAN YANG
DIUSULKAN, MAKA DENGAN INI MENYATAKAN BAHWA:**

PENELITIAN BERJUDUL : PENGARUH PEMBERIAN CUKA SARI BUAH
MANGROVE PEDADA (*Sonneratia alba*) TERHADAP
KADAR GLUKOSA DARAH TIKUS WISTAR PUTIH
(*Rattus norvegicus*) DIABETES MELLITUS

PENELITI : EKA NURUL FITRIANI

UNIT/LEMBAGA/TEMPAT : UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DINYATAKAN : LAIK ETIK

Malang, 18 Maret 2019
Ketua Komisi Etik Penelitian
Universitas Brawijaya


Prof. Dr. drh. Aulanni'am, DES.
NIP. 19600903 198802 2 001



Lampiran 2. Hasil uji flavonoid cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*)



LABORATORIUM GIZI
DEPARTEMEN GIZI KESEHATAN
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS AIRLANGGA
Kampus C, Jl. Mulyorejo-Surabaya. Kode Pos. 61115
TELP. 031-5064808, 087754257450

No. Sampel : 43a/Lab. Gizi/2019
Sampel : Sari Buah
Pengirim : Eka Nurul Fitriani
Alamat : FPIK UB Malang
Diterima tanggal : 18 Februari 2019
Selesai dikerjakan tanggal : 25 Februari 2019

HASIL UJI

Kode Sampel	Hasil
Total Fenol (mgGAE/100ml)	400,50
Total Flavon (mgQE/100ml)	146,25
IC50 (ppm)	97,50

Surabaya, 25 Februari 2019

Tel. husi,



Evy Arhanti, S.KM., M.Kes.
NIP. 197303282000032005

Lampiran 3. Surat penelitian

SURAT KETERANGAN TELAH MELAKUKAN PENELITIAN TERHADAP HEWAN COBA

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Evy Arfianti, S.KM, M.Kes.
NIP : 197303282000032005
Jabatan : Penanggung jawab Lab Biokimia FKM UNAIR
Institusi : Lab. Gizi FKM UNAIR
Alamat : Kampus C Jl. Mulyorejo Surabaya

Menerangkan dengan sesungguhnya bahwa :

Nama : Eka Nurul Fitriani
NIM : 155080301111004
Mahasiswa : S1/S2/S3*)
Fakultas/Prodi/Jur. : FPIK/ Tek.Hasil Perikanan
Universitas/PT : Brawijaya Malang
Pada tanggal : 18 Februari sd 23 Maret 2019

Telah melakukan penelitian terhadap hewan coba dengan judul

“Pengaruh Pemberian Cuka Sari Buah Mangrove Pedada (*Sonneratia alba*) Terhadap Kadar Glukosa Darah Tikus Wistar Putih (*Rattus novergicus*) Diabetes Mellitus”

Demikian keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 23 Maret 2019

Penanggungjawab



Evy Arfianti, S.KM, M.Kes

NIP. 197303282000032005

*) coret yang tidak perlu

Lampiran 4. Data glukosa darah tikus dan hasil ANOVA

a. Data Hasil Pengukuran Glukosa Darah

Faktor Perlakuan		Ulangan	Hari Ke-			
			0	7	14	21
Kontrol (+) A1		1	226	195	135	103
		2	221	194	137	97
		3	225	189	138	102
Kontrol (-) A2		1	224	234	243	255
		2	220	229	240	250
		3	223	233	243	253
Dosis Cuka Sari Buah Mangrove (<i>Sonneratia alba</i>)	Cuka 0,2 ml/tikus/hari	1	222	167	124	114
		2	226	167	126	117
		3	219	172	132	124
	Cuka 0,4 ml/tikus/hari	1	220	150	111	101
		2	226	153	110	99
		3	223	151	109	99
	Cuka 0,6 ml/tikus/hari	1	227	146	100	89
		2	231	151	102	90
		3	228	150	105	92

B. Data Laju Perubahan Kadar Glukosa Darah

Faktor Perlakuan		Kadar glukosa darah Hari ke-(%)		
		7*	14**	21***
Kontrol (+)		-13,99	-38,99	-55,06
Kontrol (-)		4,35	8,85	13,64
Dosis Cuka Sari Buah Mangrove (<i>Sonneratia alba</i>)	Cuka 0,2 ml/tikus/hari	-24,14	-42,73	-46,78
	Cuka 0,4 ml/tikus/hari	-32,14	-50,67	-55,31
	Cuka 0,6 ml/tikus/hari	-34,84	-55,25	-60,50

$$\text{*Hari ke-7} = \frac{(\bar{X} \text{ glukosa darah hari ke 7} - \bar{X} \text{ glukosa darah hari ke 0})}{\bar{X} \text{ glukosa darah hari ke 0}} \times 100\%$$

$$\text{*Hari ke-14} = \frac{(\bar{X} \text{ glukosa darah hari ke 14} - \bar{X} \text{ glukosa darah hari ke 0})}{\bar{X} \text{ glukosa darah hari ke 0}} \times 100\%$$

$$\text{***Hari ke-21} = \frac{(\bar{X} \text{ glukosa darah hari ke 21} - \bar{X} \text{ glukosa darah hari ke 0})}{\bar{X} \text{ glukosa darah hari ke 0}} \times 100\%$$

C. Tabel Anova Kadar Glukosa Darah Tikus Wistar Putih

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Glukosa Darah

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	185069,267 ^a	19	9740,488	1310,380	,000
Intercept	1727885,400	1	1727885,400	232450,951	,000
Perlakuan_A	72112,767	4	18028,192	2425,317	,000
Perlakuan_B	76670,067	3	25556,689	3438,120	,000
Perlakuan_A *	36286,433	12	3023,869	406,799	,000
Perlakuan_B					
Error	297,333	40	7,433		
Total	1913252,000	60			
Corrected Total	185366,600	59			

a. R Squared = ,998 (Adjusted R Squared = ,998)

D. Tabel Duncan (Hari Pengamatan)

Hasil (Waktu/Lama Hari)

Duncan^{a,b}

Lama Pemberian	N	Subset				Notasi
		1	2	3	4	
21	15	132,3333				a
14	15		143,6667			b
7	15			178,7333		c
0	15				224,0667	d
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 7,433.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15,000.

E. Tabel Duncan (Dosis Perlakuan)

Hasil (Dosis)

Duncan^{a,b}

Dosis	N	Subset					Notasi
		1	2	3	4	5	
0.6	12	142,5833					a
0.4	12		146,0000				b
0.2	12			159,1667			c
K+	12				163,5000		d
K-	12					237,2500	e
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 7,433.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.



Duncan

Interaksi	N	Notasi													Notasi
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
0.6*21	3	90,3333													a
0.4*21	3		99,6667												b
K+21	3		100,6667												b
0.6*14	3		102,3333												b
0.4*14	3			110,0000											c
0.2*21	3				118,3333										d
0.2*14	3					127,3333									e
K+14	3						136,6667								f
0.6*7	3							149,0000							g
0.4*7	3							151,3333							g
0.2*7	3								168,6667						h
K+7	3									192,6667					i
K-0	3										222,3333				j
0.2*0	3										222,3333				j
0.4*0	3										223,0000				j
K+0	3										224,0000				j
0.6*0	3											228,6667			k
K-7	3											232,0000			k
K-14	3												242,0000		l
K-21	3													252,6667	m
Sig.		1,000	,266	1,000	1,000	1,000	1,000	,301	1,000	1,000	,502	,142	1,000	1,000	

Means for group in homogeneous subsets are displayed

F. Perhitungan Regresi Data Glukosa Darah Tikus

1. Kontrol (-)

$$Y = 1,4429x + 222,1$$

$$85,33 = 1,4429x + 222,1$$

$$X = (85,33 - 222,1) / 1,4429$$

$$X = -94$$

Jadi, pada perlakuan kontrol (-) kadar glukosa darah akan sembuh pada hari ke -

2. Kontrol (+)

$$Y = -6,0857x + 227,4$$

$$87,67 = -6,0857x + 227,4$$

$$X = (87,67 - 227,4) / -6,0857$$

$$X = 22$$

Jadi, pada perlakuan kontrol (+) kadar glukosa darah akan sembuh pada hari ke- 22

3. Dosis 0,2 ml/tikus/hari

$$Y = -5,0476x + 212,17$$

$$90,67 = -5,0476x + 212,17$$

$$X = (90,67 - 212,17) / -5,0476$$

$$X = 24$$

Jadi, pada perlakuan 0,2 ml/tikus/hari kadar glukosa darah akan sembuh pada hari ke- 24

4. Dosis 0,4 ml/tikus/hari

$$Y = -5,8762x + 207,7$$

$$90,33 = -5,8762x + 207,7$$

$$X = (90,33 - 207,7) / -5,8762$$

$$X = 19$$

Jadi, pada perlakuan 0,4 ml/tikus/hari kadar glukosa darah akan sembuh pada hari ke- 19

5. Dosis 0,6 ml/tikus/hari

$$Y = -6,5952x + 211,83$$

$$93,67 = -6,5952x + 211,83$$

$$X = (93,67 - 211,83) / -6,5952$$

X = 17

Jadi, pada perlakuan 0,6 ml/tikus/hari kadar glukosa darah akan sembuh pada hari ke- 17



Lampiran 5. Data berat badan tikus dan hasil ANOVA

a. Data Berat Badan Tikus

Faktor Perlakuan		Ulangan	Hari Ke-			
			0	7	14	21
Kontrol (+) A1		1	172	169	171	180
		2	169	162	166	176
		3	167	169	173	181
Kontrol (-) A2		1	150	142	132	122
		2	146	137	127	120
		3	149	141	132	124
Dosis Cuka Sari Buah Mangrove (<i>Sonneratia alba</i>)	Cuka 0,2 ml/tikus/hari	1	141	145	148	152
		2	133	137	142	145
		3	145	140	144	150
	Cuka 0,4 ml/tikus/hari	1	143	146	151	159
		2	130	132	137	142
		3	129	134	138	144
	Cuka 0,6 ml/tikus/hari	1	140	147	153	162
		2	143	149	153	163
		3	147	153	158	167

B. Presentase Perubahan Berat Badan Tikus

Faktor Perlakuan		Hari ke-		
		7*	14**	21***
Kontrol (+)		-1,57	0,39	5,71
Kontrol (-)		-5,62	-12,13	-17,75
Dosis Cuka Sari Buah Mangrove (<i>Sonneratia alba</i>)	Cuka 0,2 ml/tikus/hari	0,72	3,58	6,68
	Cuka 0,4 ml/tikus/hari	2,49	5,97	10,70
	Cuka 0,6 ml/tikus/hari	4,42	7,91	14,42

$$\text{*Hari ke-7} = \frac{(\bar{X} \text{ Berat badan ke 7} - \bar{X} \text{ Berat badan ke 0})}{\bar{X} \text{ Berat badan ke 0}} \times 100\%$$

$$\text{**Hari ke-14} = \frac{(\bar{X} \text{ Berat badan ke 14} - \bar{X} \text{ Berat badan ke 0})}{\bar{X} \text{ Berat badan ke 0}} \times 100\%$$

$$\text{***Hari ke-21} = \frac{(\bar{X} \text{ Berat badan ke 21} - \bar{X} \text{ Berat badan ke 0})}{\bar{X} \text{ Berat badan ke 0}} \times 100\%$$

C. Tabel Anova Kadar Berat Badan Tikus Wistar Putih

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Berat Badan

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	12295,650 ^a	19	647,139	29,085	,000
Intercept	1325809,350	1	1325809,350	59586,937	,000
Perlakuan_A	9660,900	4	2415,225	108,549	,000
Perlakuan_B	311,917	3	103,972	4,673	,007
Perlakuan_A *	2322,833	12	193,569	8,700	,000
Perlakuan_B					
Error	890,000	40	22,250		
Total	1338995,000	60			
Corrected Total	13185,650	59			

a. R Squared = ,933 (Adjusted R Squared = ,900)

D. Tabel Duncan (Hari Pengamatan)

Berat Badan

Duncan^{a,b}

Lama Pemberian	N	Subset		Notasi
		1	2	
7	15	146,8667		a
0	15	146,9333		a
14	15	148,3333		a
21	15		152,4667	b
Sig.		,429	1,000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 22,250.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15,000.

E. Tabel Duncan (Dosis Perlakuan)

Berat Badan

Duncan^{a,b}

Dosis	N	Subset				Notasi
		1	2	3	4	
K-	12	135,1667				a
0.4	12		140,4167			b
0.2	12		143,5000			b
0.6	12			152,9167		c
K+	12				171,2500	d
Sig.		1,000	,117	1,000	1,000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 22,250.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.



F. Tabel Interaksi Dosis Perlakuan dengan Hari Pengamatan

Berat Badan

Duncan^a

Interaksi	N	Subset for alpha = 0.05										Notasi
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
K-21	3	122,0000										a
K-14	3		130,3333									b
0.4*0	3		134,0000	134,0000								bc
0.4*7	3		137,3333	137,3333	137,3333							bcd
0.2*0	3			139,6667	139,6667	139,6667						cde
K-7	3			140,0000	140,0000	140,0000						cde
0.2*7	3			140,6667	140,6667	140,6667	140,6667					cdef
0.4*14	3			142,0000	142,0000	142,0000	142,0000	142,0000				cdefg
0.6*0	3				143,3333	143,3333	143,3333	143,3333				defg
0.2*14	3				144,6667	144,6667	144,6667	144,6667				defg
K-0	3					148,3333	148,3333	148,3333	148,3333			efgh
0.4*21	3					148,3333	148,3333	148,3333	148,3333			efgh
0.2*21	3						149,0000	149,0000	149,0000			fgh
0.6*7	3							149,6667	149,6667			gh
0.6*14	3								154,6667			h
0.6*21	3									164,0000		i
K+7	3									166,6667		i
K+0	3									169,3333		i
K+14	3									170,0000		i
K+21	3										179,0000	j
Sig.		1,000	,093	,074	,106	,059	,066	,091	,150	,163	1,000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Lampiran 6. Data hasil ransum pakan tikus dan hasil ANOVA

a. Data Hasil Ransum Tikus

Faktor Perlakuan		Ulangan	Hari Ke-			
			0	7	14	21
Kontrol (+) A1		1	2,02	3,15	3,76	4,65
		2	4,64	10,27	10,44	8,73
		3	8,85	9,04	9,54	8,86
Kontrol (-) A2		1	4,36	5,43	6,54	7,75
		2	2,12	3,14	4,3	5,49
		3	7,46	8,25	9,21	10,34
Dosis Cuka Sari Buah Mangrove (<i>Sonneratia alba</i>)	Cuka 0,2 ml/tikus/hari	1	9,36	10,54	10,25	9,26
		2	10,71	9,77	10,84	7,01
		3	8,81	8,89	7,6	9,36
	Cuka 0,4 ml/tikus/hari	1	10,27	9,91	9,92	8,89
		2	12,97	11,85	11,77	10,12
		3	6,67	9,36	11,3	9,38
	Cuka 0,6 ml/tikus/hari	1	7,07	10,82	12,26	7,02
		2	10,97	9,5	9,41	7,63
		3	10,99	10,46	10,06	8,55

B. Presentase Perubahan Ransum yang dikonsumsi Tikus

Faktor Perlakuan		Hari ke-		
		7*	14**	21***
Kontrol (+)		44,81	53,06	43,39
Kontrol (-)		20,66	43,83	69,15
Dosis Cuka Sari Buah Mangrove (<i>Sonneratia alba</i>)	Cuka 0,2 ml/tikus/hari	1,11	-0,66	-11,25
	Cuka 0,4 ml/tikus/hari	4,05	10,30	-5,08
	Cuka 0,6 ml/tikus/hari	6,03	9,30	-20,08

*Hari ke-7 = $\frac{(\bar{X} \text{ ransum yang dikonsumsi ke 7} - \bar{X} \text{ ransum yang dikonsumsi ke 0})}{\bar{X} \text{ ransum yang dikonsumsi ke 0}} \times 100\%$

**Hari ke-14 = $\frac{(\bar{X} \text{ ransum yang dikonsumsi ke 14} - \bar{X} \text{ ransum yang dikonsumsi ke 0})}{\bar{X} \text{ ransum yang dikonsumsi ke 0}} \times 100\%$

***Hari ke-21 = $\frac{(\bar{X} \text{ ransum yang dikonsumsi ke 21} - \bar{X} \text{ ransum yang dikonsumsi ke 0})}{\bar{X} \text{ ransum yang dikonsumsi ke 0}} \times 100\%$

C. Tabel Anova Jumlah Ransum Tikus Wistar Putih

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Jumlah Ransum

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	200,048 ^a	19	10,529	2,134	,022
Intercept	4299,204	1	4299,204	871,362	,000
Perlakuan_A	147,855	4	36,964	7,492	,000
Perlakuan_B	15,054	3	5,018	1,017	,395
Perlakuan_A *	37,138	12	3,095	,627	,806
Perlakuan_B					
Error	197,356	40	4,934		
Total	4696,608	60			
Corrected Total	397,403	59			

a. R Squared = ,503 (Adjusted R Squared = ,267)

D. Tabel Duncan (Hari Pengamatan)

Jumlah Ransum

Duncan^{a,b}

Lama Pemberian	N	Subset 1	Notasi
0	15	7,8180	a
21	15	8,2027	a
7	15	8,6920	a
14	15	9,1467	a
Sig.		,142	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 4,934.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15,000.

E. Tabel Duncan (Dosis Perlakuan)

Jumlah Ransum

Duncan^{a,b}

Dosis	N	Subset		Notasi
		1	2	
K-	12	6,1992		a
K+	12	6,9958		a
0.2	12		9,3667	b
0.6	12		9,5617	b
0.4	12		10,2008	b
Sig.		,385	,393	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

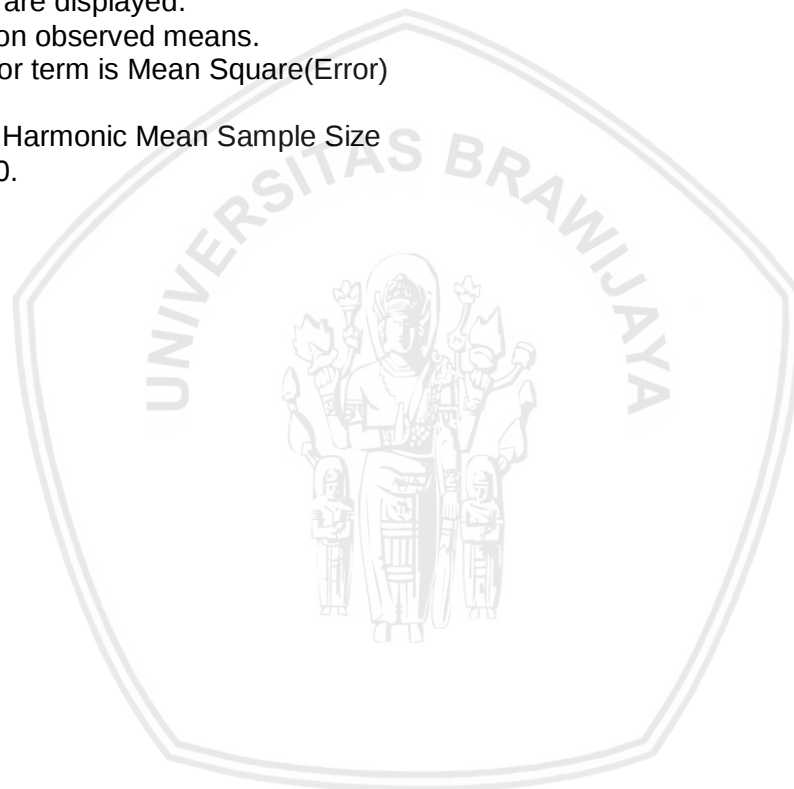
Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error)

= 4,934.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size

= 12,000.



F. Tabel ANOVA Interaksi Dosis Perlakuan dengan Hari Pengamatan

Jumlah Ransum

Duncan^a

Interaksi	N	Subset for alpha = 0.05				Notasi
		1	2	3	4	
K-0	3	4,6467				a
K+0	3	5,1700	5,1700			ab
K-7	3	5,6067	5,6067	5,6067		abc
K-14	3	6,6833	6,6833	6,6833	6,6833	abcd
K+21	3	7,4133	7,4133	7,4133	7,4133	abcd
K+7	3	7,4867	7,4867	7,4867	7,4867	abcd
0.6*21	3	7,7333	7,7333	7,7333	7,7333	abcd
K-21	3	7,8600	7,8600	7,8600	7,8600	abcd
K+14	3	7,9133	7,9133	7,9133	7,9133	abcd
0.2*21	3	8,5433	8,5433	8,5433	8,5433	abcd
0.4*21	3		9,4633	9,4633	9,4633	bcd
0.2*14	3			9,5633	9,5633	cd
0.2*0	3			9,6267	9,6267	cd
0.6*0	3			9,6767	9,6767	cd
0.2*7	3			9,7333	9,7333	cd
0.4*0	3			9,9700	9,9700	cd
0.6*7	3				10,2600	d
0.4*7	3				10,3733	d
0.6*14	3				10,5767	d
0.4*14	3				10,9967	d
Sig.		,075	,050	,051	,056	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Lampiran 7. Data hasil berat feses tikus dan hasil ANOVA

a. Data Hasil Berat Feses Tikus

Faktor Perlakuan		Ulangan	Hari Ke-			
			0	7	14	21
Kontrol (+) A1		1	1,24	1,62	1,66	1,13
		2	1,26	1,51	1,71	1,68
		3	1,22	1,45	1,35	1,15
Kontrol (-) A2		1	2,19	2,74	3,03	3,45
		2	1,94	2,29	2,47	2,74
		3	2,4	3,04	3,13	3,45
Dosis Cuka Sari Buah Mangrove (<i>Sonneratia alba</i>)	Cuka 0,2 ml/tikus/hari	1	2,56	2,54	1,35	2,06
		2	2,9	3,31	2,75	1,91
		3	3,81	2,54	2,55	2,26
	Cuka 0,4 ml/tikus/hari	1	2,24	1,53	2,17	2
		2	3,02	1,84	1,85	2,11
		3	0,97	1,93	1,7	1,6
	Cuka 0,6 ml/tikus/hari	1	1,04	2,85	1,76	1,36
		2	1,5	1,39	1,51	1,29
		3	3,36	2,07	1,79	1,09

B. Presentase

Faktor Perlakuan		Hari ke-		
		7*	14**	21***
Kontrol (+)		23,12	26,88	6,45
Kontrol (-)		23,58	32,16	47,63
Dosis Cuka Sari Buah Mangrove (<i>Sonneratia alba</i>)	Cuka 0,2 ml/tikus/hari	-9,49	-28,26	-32,79
	Cuka 0,4 ml/tikus/hari	-14,93	-8,19	-8,35
	Cuka 0,6 ml/tikus/hari	6,95	-14,24	-36,61

$$*\text{Hari ke-7} = \frac{(\bar{X} \text{ berat feses ke 7} - \bar{X} \text{ berat feses ke 0})}{\bar{X} \text{ berat feses 0}} \times 100\%$$

$$\bar{X} \text{ berat feses 0}$$

$$**\text{Hari ke-14} = \frac{(\bar{X} \text{ berat feses ke 14} - \bar{X} \text{ berat feses ke 0})}{\bar{X} \text{ berat feses 0}} \times 100\%$$

$$\bar{X} \text{ berat feses 0}$$

$$***\text{Hari ke-21} = \frac{(\bar{X} \text{ berat feses ke 21} - \bar{X} \text{ berat feses ke 0})}{\bar{X} \text{ berat feses 0}} \times 100\%$$

$$\bar{X} \text{ berat feses 0}$$

C. Tabel Anova Jumlah Feses Tikus Wistar Putih

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Jumlah Feses

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	20,160 ^a	19	1,061	4,094	,000
Intercept	257,757	1	257,757	994,618	,000
Perlakuan_A	14,746	4	3,686	14,225	,000
Perlakuan_B	,408	3	,136	,525	,668
Perlakuan_A *	5,006	12	,417	1,610	,128
Perlakuan_B					
Error	10,366	40	,259		
Total	288,283	60			
Corrected Total	30,526	59			

a. R Squared = ,660 (Adjusted R Squared = ,499)

D. Tabel Duncan (Hari Pengamatan)

Hasil

Duncan^{a,b}

Lama Pemberian	N	Subset	Notasi
		1	
21	15	1,9520	a
14	15	2,0520	a
0	15	2,1100	a
7	15	2,1767	a
Sig.		,279	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,259.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15,000.

E. Tabel Duncan (Dosis Perlakuan)

Jumlah Feses

Duncan^{a,b}

Dosis	N	Subset			Notasi
		1	2	3	
K+	12	1,4150			A
0.6	12	1,7508	1,7508		Ab
0.4	12		1,9133		B
0.2	12			2,5450	C
K-	12			2,7392	C
Sig.		,114	,439	,356	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,259.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.



F. Tabel Interaksi Dosis Perlakuan dengan Hari Pengamatan

Hasil

Duncan^a

Interaksi	N	Subset for alpha = 0.05					Notasi
		1	2	3	4	5	
K+0	3	1,2400					a
0.6*21	3	1,2467					a
K+21	3	1,3200					a
K+7	3	1,5267					a
K+14	3	1,5733					a
0.6*14	3	1,6867					a
0.4*7	3	1,7667	1,7667				ab
0.4*21	3	1,9033	1,9033	1,9033			abc
0.4*14	3	1,9067	1,9067	1,9067			abc
0.6*0	3	1,9667	1,9667	1,9667			abc
0.2*21	3	2,0767	2,0767	2,0767			abc
0.4*0	3	2,0767	2,0767	2,0767			abc
0.6*7	3	2,1033	2,1033	2,1033			abc
K-0	3	2,1767	2,1767	2,1767	2,1767		abcd
0.2*14	3	2,2167	2,2167	2,2167	2,2167		abcd
K-7	3		2,6900	2,6900	2,6900	2,6900	bcde
0.2*7	3			2,7967	2,7967	2,7967	cde
K-14	3			2,8767	2,8767	2,8767	cde
0.2*0	3				3,0900	3,0900	de
K-21	3					3,2133	e
Sig.		,057	,066	,054	,059	,271	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Lampiran 8. Perhitungan uji toksisitas (LC₅₀)

Konsentrasi	Jumlah larva yang mati		
	1	2	3
0 ppm	0	0	0
500 ppm	2	1	2
600 ppm	3	2	2
700 ppm	3	2	3

$$\text{■ } \% \text{ Mortalitas} = \frac{\text{jumlah larva mati}}{\text{jumlah larva keseluruhan}}$$

Contoh perhitungan % mortalitas : data toksisitas cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) pada ulangan 1.

$$0 \text{ ppm} = \frac{0}{10} \times 100 = 0 \%$$

$$500 \text{ ppm} = \frac{2}{10} \times 100 = 20 \%$$

$$600 \text{ ppm} = \frac{3}{10} \times 100 = 30 \%$$

$$700 \text{ ppm} = \frac{3}{10} \times 100 = 30 \%$$

■ Log Konsentrasi

Log konsentrasi yaitu menggunakan nilai log dari konsentrasi ppm dari 0, 500, 600 dan 700 ppm.

$$\text{Log } 0 \text{ ppm} = 0$$

$$\text{Log } 500 \text{ ppm} = 2,70$$

$$\text{Log } 600 \text{ ppm} = 2,78$$

$$\text{Log } 700 \text{ ppm} = 2,85$$

- % Probit

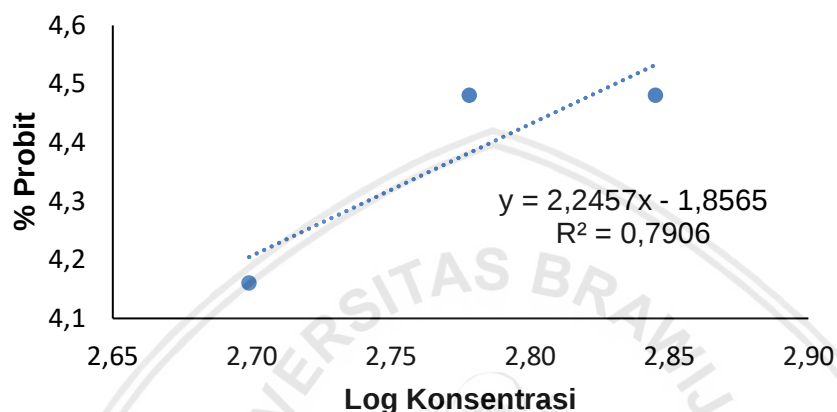
Menentukan nilai % probit yaitu dengan melihat nilai tabel persentase probit mortalitas dibawah ini :

Mortalitas (%)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	-	2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59
10	3,72	3,77	3,82	3,87	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42
30	4,48	4,50	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69
40	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95
50	5,03	5,03	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77
80	5,84	0,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18
90	6,28	0,34	0,41	0,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05
-	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8



Ulangan 1

Konsentrasi (ppm)	Larva Mati	% Mortalitas	Log Kons.	% Probit	Persamaan Regresi	LC ₅₀ (ppm)
0 ppm	0	0	0	-	Y= 2,2457x-1,8565	1130,23
500 ppm	2	20	2,70	4,16		
600 ppm	3	30	2,78	4,48		
700 ppm	3	30	2,85	4,48		



Berdasarkan grafik diatas diperoleh persamaan $y = 2,2457x - 1,8565$. Kemudian dimasukkan nilai probit 5 (50% kematian) kedalam persamaan tersebut (y) untuk menghasilkan nilai LC₅₀ (Konsentrasi sampel yang mampu menyebabkan sebanyak 50% hewan uji mati).

$$y = 2,2457x - 1,8565$$

$$5 = 2,2457x - 1,8565$$

$$x = 6,8565/2,2457$$

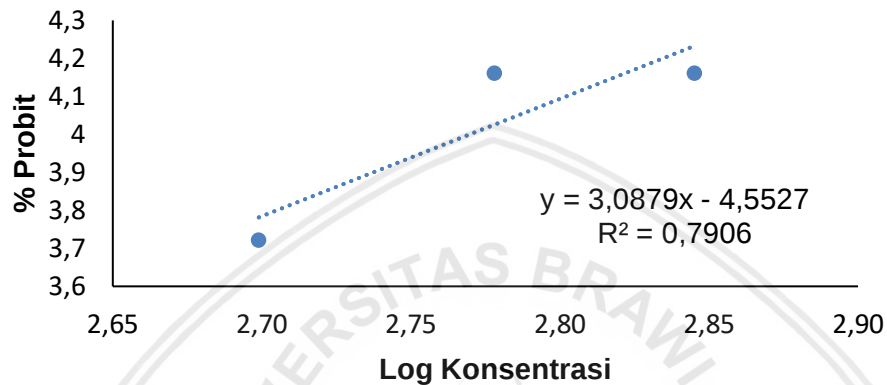
$$x = 3,053168$$

$$\text{Antilog } 3,053168 = 1130,23$$

$$\text{LC}_{50} = 1130,23 \text{ ppm}$$

Ulangan 2

Konsentrasi (ppm)	Larva Mati	% Mortalitas	Log Kons.	% Probit	Persamaan Regresi	LC ₅₀ (ppm)
0 ppm	0	0	0	-	Y= 3,0879x-4,5527	1240,48
500 ppm	1	10	2,70	3,72		
600 ppm	2	20	2,78	4,16		
700 ppm	2	20	2,85	4,16		



Berdasarkan grafik diatas diperoleh persamaan $y = 3,0879x - 4,5527$. Kemudian dimasukkan nilai probit 5 (50% kematian) kedalam persamaan tersebut (y) untuk menghasilkan nilai LC₅₀ (Konsentrasi sampel yang mampu menyebabkan sebanyak 50% hewan uji mati).

$$y = 3,0879x - 4,5527$$

$$5 = 3,0879x - 4,5527$$

$$x = 9,5527/3,0879$$

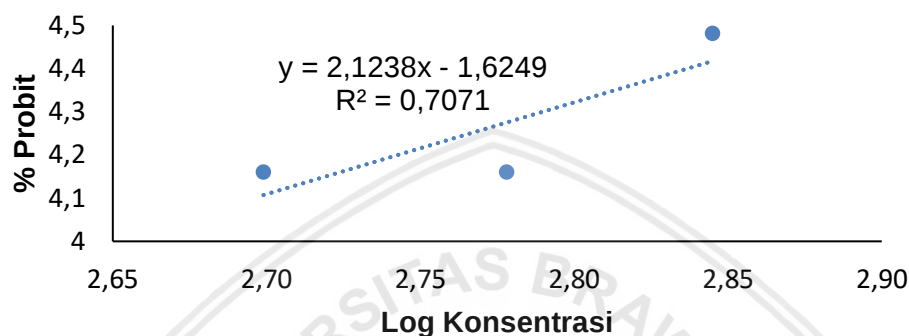
$$x = 3,093591$$

$$\text{Antilog } 3,093591 = 1240,48$$

$$\text{LC}_{50} = 1240,48 \text{ ppm}$$

Ulangan 3

Konsentrasi (ppm)	Larva Mati	% Mortalitas	Log Kons.	% Probit	Persamaan Regresi	LC ₅₀ (ppm)
0 ppm	0	0	0	-	Y= 2,1238x-1,6249	1316,31
500 ppm	2	20	2,70	4,16		
600 ppm	2	20	2,78	4,16		
700 ppm	3	30	2,85	4,48		



Berdasarkan grafik diatas diperoleh persamaan $y = 2,1238x - 1,6249$. Kemudian dimasukkan nilai probit 5 (50% kematian) kedalam persamaan tersebut (y) untuk menghasilkan nilai LC₅₀ (Konsentrasi sampel yang mampu menyebabkan sebanyak 50% hewan uji mati).

$$y = 2,1238x - 1,6249$$

$$5 = 2,1238x - 1,6249$$

$$x = 6,6249 / 2,1238$$

$$x = 3,119362$$

$$\text{Antilog } 3,119362 = 1316,31$$

$$\text{LC}_{50} = 1316,31 \text{ ppm}$$

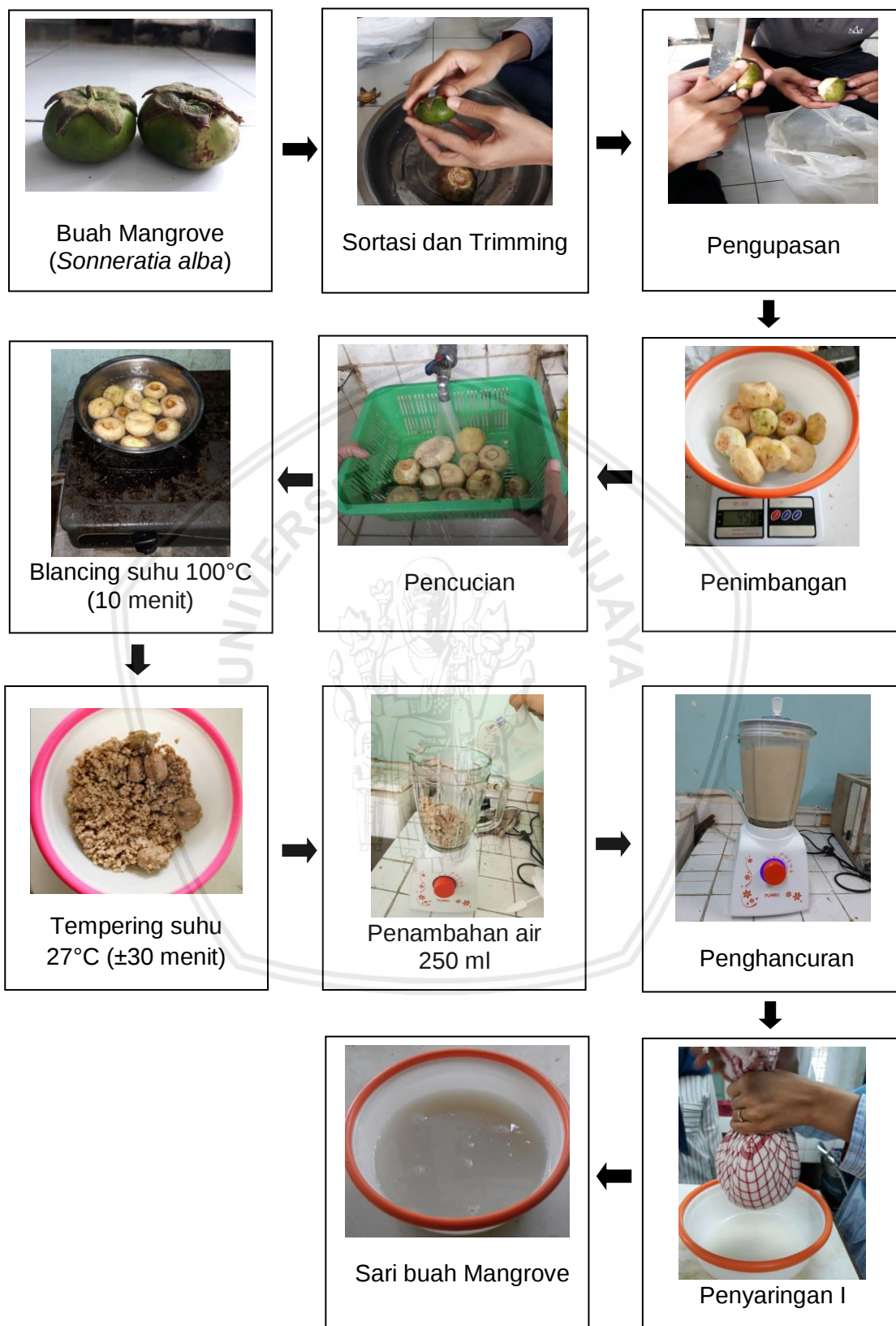
- Hasil rata-rata LC₅₀ dari 3 ulangan didapatkan dari perhitungan dibawah ini :

$$\text{Rata-rata} = \frac{\text{Jumlah LC}_{50} \text{ dari setiap ulangan}}{3}$$

$$= \frac{1130,23 + 1240,48 + 1316,31}{3}$$

$$= 1229,01 \text{ ppm}$$

Lampiran 9. Pembuatan sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*)



Lampiran 10. Pembuatan cuka sari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*)

