

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

SKRIPSI

Oleh :

**SITASYA LOLITA SALSABIL
NIM. 155080301111001**



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

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

SKRIPSI

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

Oleh :
SITASYA LOLITA SALSABIL
NIM. 155080301111001



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

SKRIPSI

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

Oleh :
SITASYA LOLITA SALSABIL
NIM. 155080301111001

telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 5 Juli 2019
dan dinyatakan telah memenuhi syarat



Mengetahui
Ketua Jurusan Manajemen Sumberdaya
Perairan

Dr. Ir. Muhamad Firdaus, MP
NIP. 19680919 200501 1 001
Tanggal : 14 AUG 2019

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Hardoko, MS
NIP. 19620108 198802 1 001
Tanggal : 14 AUG 2019

LEMBAR IDENTITAS PENGUJI

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

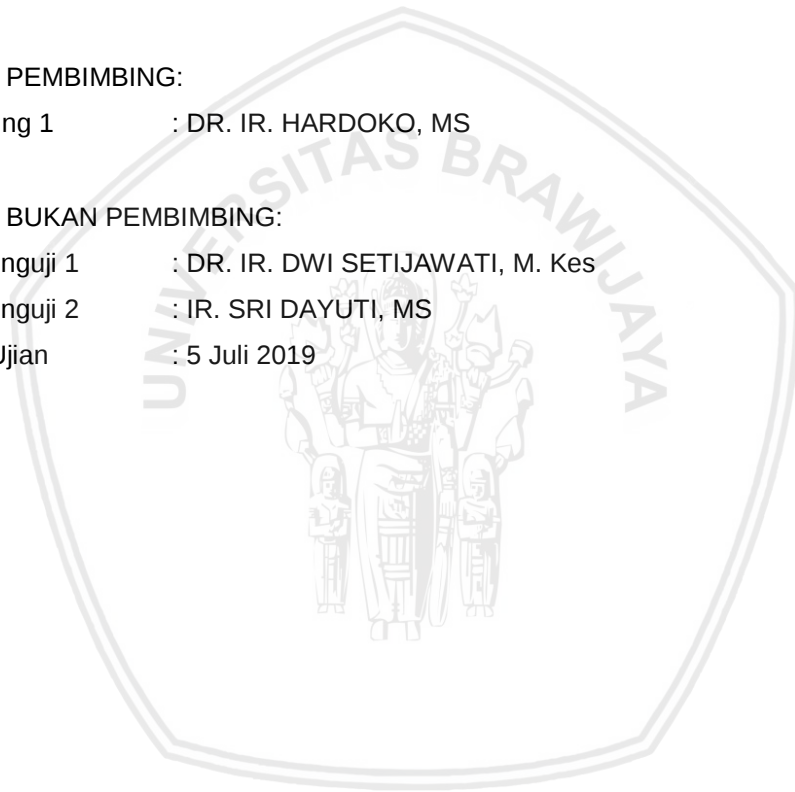
Nama Mahasiswa : SITASYA LOLITA SALSABIL
NIM : 155080301111001
Program Studi : Teknologi Hasil Perikanan

PENGUJI PEMBIMBING:

Pembimbing 1 : DR. IR. HARDOKO, MS

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING:

Dosen Penguji 1 : DR. IR. DWI SETIJAWATI, M. Kes
Dosen Penguji 2 : IR. SRI DAYUTI, MS
Tanggal Ujian : 5 Juli 2019



PERNYATAAN ORISINALITAS

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

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



Malang, Mei 2019
Mahasiswa

Sitasya Lolita Salsabil
NIM. 155080301111001

KATA PENGANTAR

Segala puji dan ucapan syukur dipanjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Usulan Skripsi dengan judul **“Pengaruh Pemberian Cuka Buah Kupas Mangrove Pedada (*Sonneratia alba*) Terhadap Glukosa Darah Tikus Wistar Putih (*Rattus novergicus*) Diabetes Melitus”**.

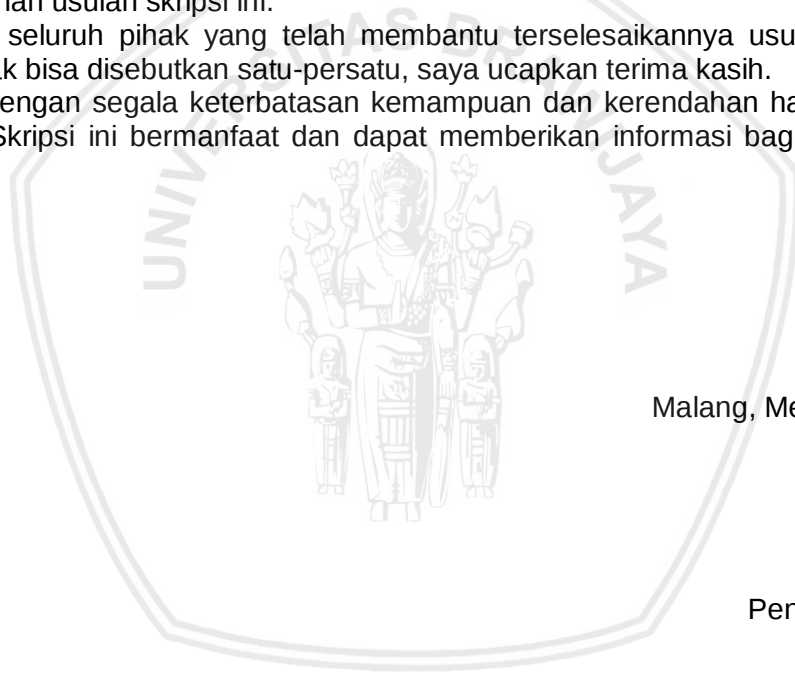
Atas terselesaikan Usulan Skripsi ini penulis menyampaikan terima kasih sedalam-dalamnya kepada :

1. Dr. Ir. Hardoko, MS selaku Dosen Pembimbing, yang telah banyak memberikan pengarahan serta bimbingan sejak penyusunan usulan penelitian skripsi sampai dengan selesainya penyusunan usulan skripsi ini.
2. Kepada keluarga yang selalu memberikan doa dan dukungan selama penyusunan usulan skripsi ini.
3. Serta seluruh pihak yang telah membantu terselesaikannya usulan skripsi, yang tidak bisa disebutkan satu-persatu, saya ucapkan terima kasih.

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

Malang, Mei 2019

Penyusun



UCAPAN TERIMA KASIH

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 (Ibu Wik Rus Utami) dan Nenek 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

SITASYA LOLITA SALSABIL. Skripsi. Pengaruh Pemberian Cuka Buah Kupas Mangrove Pedada (*Sonneratia alba*) Terhadap Glukosa Darah Tikus Wistar Putih (*Rattus norvegicus*) Diabetes Melitus (Dibawah Bimbingan Dr. Ir. Hardoko, MS).

Diabetes mellitus merupakan penyakit metabolisme yang paling umum terjadi ditandai ketika insulin dalam tubuh tidak cukup diproduksi atau insulin tidak dapat berfungsi dengan baik (Sugiwati, 2005). Beberapa pengobatan alternatif sudah ditemukan untuk menyembuhkan penyakit ini salah satunya yaitu dari komoditas mangrove. Namun belum digunakan dari bagian daging buah yang di aplikasikan menjadi cuka sebagai antidiabetes. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh cuka buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) terhadap penurunan kadar glukosa darah tikus wistar putih (*Rattus norvegicus*) diabetes mellitus. 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, 0,6 ml/ tikus/ hari. Dan untuk perlakuan kontrol digunakan tikus dengan perlakuan kontrol (+) dengan pemberian aloksan dan pemberian obat *glibenclamide* dengan dosis 0,09 mg/tikus/hari, serta perlakuan kontrol (-) dengan pemberian aloksan. Pengamatan yang dilakukan yaitu kadar glukosa darah, berat badan, jumlah ransum, dan berat feses tikus dilakukan setiap 7 hari sekali. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan *Analysis 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. Kemampuan penurunan glukosa darah tikus pada dosis 0.6 ml/tikus/hari mampu menurunkan kadar glukosa darah tikus seperti pada perlakuan kontrol (+) atau tikus dengan pemberian obat *glibenclamide*. Pada perlakuan ini juga lebih baik dibandingkan dengan perlakuan kontrol (+).

Pemberian cuka buah kupas mangrove pedada perlakuan dosis yang berbeda memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap berat badan tikus. Pada dosis 0,6 ml/tikus/hari yang menunjukkan peningkatan yang signifikan terhadap berat badan tikus dibandingkan dengan dosis 0,4 ml/tikus/hari dan dosis 0,2 ml/tikus/hari.

Pemberian cuka buah kupas mangrove pedada perlakuan dosis yang berbeda memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap berat feses tikus. Pada dosis 0.6 ml/tikus/hari yang menunjukkan dosis terbaik dibandingkan dengan dosis lainnya karena mampu mendekati seperti pada perlakuan kontrol (+) yaitu tikus diabetes yang diberi obat *glibenclamide*. Perbedaan jumlah feses dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya yaitu jumlah pakan yang dikonsumsi dan juga dosis ekstrak yang diberikan.

Secara statistik, pemberian cuka buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) menunjukkan perlakuan dosis yang berbeda berpengaruh nyata terhadap jumlah ransum yang dikonsumsi tikus ($p < 0,05$). Faktor penyebab semakin bertambahnya konsumsi ransum yaitu membaiknya nafsu makan seiring dengan semakin baik kondisi tikus.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah pemberian cuka buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dapat menurunkan kadar glukosa darah tikus wistar putih (*Rattus norvegicus*), Dosis yang paling efektif cuka buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) adalah dosis 0,6 ml/tikus/hari.



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
IDENTITAS PENGUJI.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
RINGKASAN	vii
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 Manfaat Penelitian	4
1.5 Hipotesis	4
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Mangrove Pedada (<i>Sonneratia alba</i>).....	6
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Mangrove Pedada (<i>Sonneratia alba</i>)	6
2.1.2 Komposisi Kimia dan Bioaktif Buah Pedada.....	7
2.2 Buah.....	8
2.3 Fermentasi.....	9
2.4 Bakteri dan <i>Yeast</i> yang Digunakan dalam Pembuatan Cuka	10
2.5 Cuka Buah.....	11
2.6 Manfaat Cuka bagi Kesehatan	12
2.7 Diabetes Melitus.....	14
2.7.1 Klasifikasi Diabetes Melitus	14
3. METODE PENELITIAN	16
3.1 Bahan Penelitian	16
3.2 Alat Penelitian	17
3.3 Metode Penelitian	19
3.3.1 Perlakuan dan Rancangan Percobaan.....	19
3.3.2 Prosedur Penelitian	22
3.3.3 Parameter yang Diamati	34
3.3.4 Prosedur Analisis Parameter.....	34
3.4 Analisis Data.....	39
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	40

4.1	Kandungan Cuka Buah Kupas Mangrove (<i>Sonneratia alba</i>)	40
4.2	Pengaruh Pemberian Aloksan terhadap Glukosa Darah Tikus Wistar Putih (<i>Ratus novergicus</i>)	42
4.3	Pengaruh Pemberian Cuka Buah Kupas Mangrove Pedada (<i>Sonneratia alba</i>) Terhadap Glukosa, Berat Badan, Jumlah Ransum, Dan Feses Tikus Wistar Diabetes Melitus 44	
4.3.1	Glukosa Darah	44
4.3.2	Berat Badan	51
4.3.3	Jumlah Ransum	55
4.3.4	Berat Feses	58
5.	KESIMPULAN	63
5.1	Kesimpulan	63
5.2	Saran	63
	DAFTAR PUSTAKA	64



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi kimia mangrove pedada (<i>Sonneratia alba</i>)	8
2. Standar mutu cuka menurut SNI 01-4371-1996	12
3. Desain rancangan percobaan.....	22
4. Formulasi cuka buah kupas mangrove pedada (<i>Sonneratia alba</i>)	25
5. Kandungan cuka buah kupas pedada (<i>Sonneratia alba</i>).....	40
6. Kadar glukosa darah tikus wistar putih (<i>Rattus novergicus</i>) sebelum dan sesudah induksi Aloksan	42
7. Glukosa Darah Tikus Mencapai Batas Normal	50



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Mangrove pedada (<i>Sonneratia alba</i>)	6
2. Diagram alir persiapan buah pedada (<i>Sonneratia alba</i>)	23
3. Diagram alir kultur bakteri <i>Acetobacter aceti</i> (Nurisanto et al 2014)	26
4. Diagram alir kultur yeast <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	26
5. Diagram alir pembuatan cuka buah kupas mangrove pedada (<i>Sonneratia alba</i>)	27
6. Adaptasi dan pembuatan tikus diabetes melitus	30
7. Prosedur pemberian cuka buah kupas mangrove pedada (<i>Sonneratia alba</i>) dan obat glibenclamide pada tikus	32
8. Histogram glukosa darah tikus selama 21 hari	44
9. Grafik persen perubahan kadar glukosa darah selama 21 hari.....	47
10. Grafik regresi kadar glukosa darah	49
11. Histogram berat badan tikus selama 21 hari.....	51
12. Grafik persen perubahan berat badan tikus selama 21 hari.....	53
13. Histogram konsumsi ransum tikus selama 21 hari.	56
14. Grafik persen perubahan ransum tikus selama 21 hari.	57
15. Grafik persen perubahan berat feses tikus selama 21 hari	59
16. Grafik persen perubahan berat feses tikus selama 21 hari	60



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Keterangan Kelaikan Etik Penelitian	69
2. Hasil Ui Flavonoid Cuka buah kupas Mangrove Pedada (<i>Sonneratia alba</i>) ...	70
3. Surat Penelitian	71
4. Data Glukosa Darah Tikus dan Hasil ANOVA	72
5. Data Berat Badan Tikus dan Hasil ANOVA	78
6. Data Hasil Ransum Pakan Tikus dan Hasil ANOVA	82
7. Data Hasil Berat Feses Tikus dan Hasil ANOVA	86
8. Perhitungan uji toksisitas (LC_{50})	90
9. Pembuatan jus daging buah mangrove pedada (<i>Sonneratia alba</i>)	91
10. Pembuatan cuka buah kupas mangrove pedada (<i>Sonneratia alba</i>)	91



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mangrove adalah komunitas vegetasi / tumbuhan pantai tropis yang mampu menyesuaikan diri pada daerah berlumpur atau daerah tergenang pasang-surut. Secara umum mangrove adalah tanaman perdu yang tumbuh dibawah tingkat pasang tinggi. Pohon mangrove hidup dalam suatu komunitas pada suatu kawasan sehingga sering orang menyebut hutan mangrove. mangrove banyak ditemukan di tepi pantai, teluk yang dangkal, estuary, delta dan daerah pantai yang terlindung. Jenis tumbuhan mangrove di Indonesia yang umum dijumpai adalah jenis *Avicenna sp*, *Bruguera sp*, *Rhizophora sp*, *Xylocarpus sp*, *Ceriops sp*, *Exocaria sp*, dan *Sonneratia sp*. Dari beberapa jenis tumbuhan mangrove, *Sonneratia alba* merupakan tumbuhan mangrove mayor yang mudah ditemui di daerah pesisir laut indonesia. *Sonneratia alba* memiliki beberapa manfaat antara lain sebagai antibakteri, obat tradisional, serta sebagai pakan alami hewan ternak (Nuraini dan Hafid, 2008).

Mangrove memiliki banyak manfaat menurut Paputungan *et al.* (2017), sebagian besar masyarakat menggunakan mangrove untuk obat tradisional karena bioaktif pada mangrove sangat tinggi. Pada daerah Jawa, Sulawesi dan Maluku, tanaman mangrove dimanfaatkan menjadi tanaman obat, minuman dan bahan makanan, pewarna alami, dan sebagai obyek ekowisata. Sebagai tanaman obat, senyawa kimia pada mangrove telah dimanfaatkan sebagai obat asma, diabetes, hepatitis, lepra, neuralgia, penyalit kulit, anti bisa, anti fertilitas, diare, anti septik, paralisis, penyakit mata dan penyakit infeksi lainnya.

Pedada (*Sonneratia alba*) adalah salah satu jenis mangrove yang mudah ditemui di Indonesia. Mangrove ini tumbuh pada substrat berlumpur. kulit batang berwarna krem hingga cokelat dengan retak- retak halus di

permukaannya. Akar berupa akar nafas yang terlihat pada saat air laut sedang surut. Daunnya tebal berbentuk bulat telur yang berwarna hijau cerah dan letaknya saling berhadapan. Buah berbentuk bola gepeng yang berwarna hijau dengan diameter 5-7,5 cm, permukaan halus, dasarnya terbungkus kelopak bunga, berbentuk bola, dan ujung buah tersebut bertangkai. Buah tersebut tidak beracun dan langsung dapat dimakan (Nuraini dan Hafid, 2008). Menurut Setiawan (2016), buah pedada yang sudah matang memiliki ciri – ciri berwarna hijau kekuning-kuningan dengan tekstur yang lunak dan buah tidak menempel pada tangkai bunga. Selain itu buah matang memberikan aroma yang kuat. Ukuran buah berdiameter sekitar 4 – 5 cm. Buah *S. alba* menurut Paputungan et al. (2017), memiliki kandungan senyawa alkaloid, flavonoid, fenolik, tannin, dan steroid. Kandungan bioaktif dari pedada yaitu memiliki kemampuan untuk memerangi berbagai penyakit.

Cuka buah merupakan salah satu produk pangan fermentasi berasal dari cairan fermentasi yang dihasilkan oleh aktifitas mikroorganisme pada jaringan-jaringan yang berkarbohidrat. Cuka dapat terbuat dari jenis buah-buahan, seperti anggur, pisang, apel, dan buah-buahan lainnya yang mengandung gula ataupun alkohol. Cuka mampu menghambat aksi enzim disakaridase yang menyebabkan penyerapan glukosa hasil pencernaan akan lebih lambat dan kenaikan indeks glikemik dapat terkontrol. Salah satu contoh cuka buah adalah cuka salak dan cuka apel. Cuka salak dan cuka apel ini mengandung asam asetat dan senyawa antioksidan alami yang dibuktikan dengan kemampuannya dalam menurunkan kadar glukosa darah tikus yang diberi diet tinggi gula (Zubaidah, 2016).

Diabetes mellitus merupakan penyakit yang ditandai dengan keadaan hiperglikemia kronik disertai berbagai kelainan metabolik akibat kelainan sekresi insulin, penurunan sensitifitas reseptor insulin atau keduanya

dikarenakan adanya kerusakan dari sel beta pankreas. Kombinasi antara kandungan asam asetat, senyawa aktif flavonoid serta antioksidan yang terkandung dalam cuka buah dapat mencegah reaksi oksidatif dan menghambat kerusakan akibat radikal bebas sehingga dapat memperbaiki kerusakan sel beta pankreas dan meningkatkan sekresi insulin. Cuka atau *vinegar* merupakan hasil dari fermentasi alami buah murni yang memiliki antioksidan seperti flavonoid. Pemberian cuka apel pada tikus diabetes dapat menurunkan kadar glukosa darah. Hal ini dikarenakan cuka apel memiliki senyawa yang menyerupai sulfonilurea yang dapat menstimulasi sel beta pankreas untuk meningkatkan produksi insulin (Zubaidah dan Nuril, 2015).

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 buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) yang dapat dijadikan alternatif sebagai antidiabetes.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

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

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian cuka buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dalam

menurunkan kadar glukosa darah tikus wistar putih (*Rattus norvegicus*) diabetes melitus.

1. Menentukan lama waktu pemberian seduhan cuka buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dengan 3 dosis waktu yang berbeda dalam menurunkan kadar glukosa darah tikus wistar putih (*Rattus norvegicus*) diabetes melitus?
2. Menentukan dosis yang efektif cuka buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dalam menurunkan kadar glukosa darah tikus wistar putih (*Rattus norvegicus*) diabetes melitus?

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu untuk meningkatkan kegunaan dari buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dalam bentuk cuka sebagai salah satu produk perikanan yang mempunyai manfaat dalam penurunan kadar glukosa darah penderita diabetes melitus.

1.5 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian yang dilakukan adalah :

H0 : Diduga pemberian cuka buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) tidak berpengaruh terhadap kadar glukosa darah tikus wistar putih (*Rattus norvegicus*) diabetes melitus dengan dosis dan lama waktu yang berbeda.

H1 : Diduga pemberian cuka buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) berpengaruh terhadap kadar glukosa darah tikus wistar putih (*Rattus norvegicus*) diabetes melitus dengan dosis dan lama waktu yang berbeda.

1.6 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2019 di Laboratorium Keamanan 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.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mangrove Pedada (*Sonneratia alba*)

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

Klasifikasi tumbuhan mangrove pedada (*Sonneratia alba*) menurut Ruslia (2006) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Magnolophyta
Class	: Magnoliopsida
Order	: Myrtales
Family	: Sonneratiaceae
Genus	: <i>Sonneratia</i>
Species	: <i>Sonneratia alba</i>



Gambar 1. Mangrove pedada (*Sonneratia alba*)

(Google Image, 2018)

Mangrove pedada (*Sonneratia alba*) menurut Puspayanti *et al.* (2013), biasanya tumbuh di daerah yang memiliki substrat berlumpur. Kulit pada batang mangrove ini berwarna krem hingga coklat serta terdapat retak-retak halus pada permukaannya. Akarnya merupakan akar nafas yang akan terlihat apabila air laut surut, mangrove pedada memiliki daun yang berbentuk bulat telur dengan warna hijau cerah, letak antara daun satu dan yang lain berhadapan. Buah mangrove

berbentuk bola dengan warna hijau keabu-abuan. Buahnya berdiameter 5-7,5 cm. Bunga mangrove ini memiliki benang sari yang cukup banyak, benang sari ini terdapat pada ujung ranting berwarna putih.

Mangrove jenis *Sonneratia alba* memiliki nama lokal seperti pedada, perepat, pidada, bogem, beropak dan sopo. Pohon ini memiliki morfologi dengan kulit kayu berwarna putih tua hingga cokelat dengan celah logitudinal dan halus. Pohon ini tumbuh tersebar dalam zona tutupan mangrove dan memiliki ketinggian hingga 15 meter. Bagian akar pohon berbentuk kabel di bawah tanah dan muncul dipermukaan sebagai akar nafas berbentuk kerucut tumpul mencapai 25 cm. Sedangkan daunnya berkulit dan memiliki kelenjar yang tidak berkembang pada bagian pangkal ganggang daun. Ganggang daun memiliki panjang hingga 6-15 mm. Secara morfologi bentuk daun membundar seperti telur terbalik dengan ukuran 5-12,5 x 3-9 cm. Ciri lain dari pohon mangrove (*S. alba*) bagian buahnya seperti bola dengan ujung yang bertangkai dan bagian dasarnya terbungkus kelopak bunga (Ruslia, 2006).

Mangrove pedada memiliki sistem perakaran yang unik dengan tipe akar cakar. Akar ini dilengkapi dengan bagian pneumatophore atau akar napas yang muncul dipermukaan tanah. Fungsinya untuk mengambil oksigen dari udara dan bertahan pada substrat berlumpur. Sedangkan daunnya berbentuk bulat dengan fungsi sebagai bahan organik yang membantu proses penyediaan nutrisi perairan (Saparinto, 2007)

2.1.2 Komposisi Kimia dan Bioaktif Buah Pedada

Pada buah *Sonneratia alba* positif mengandung alkaloid, flavonoid, fenolik, tannin, steroid sedangkan triterpenoid dengan hasil negatif atau tidak terdeteksinya warna pada uji triterpanoid. Menurut Bandaranayake (2002), metabolit sekunder yang ditemukan pada tumbuhan mangrove

meliputi senyawa golongan alkaloid, fenolat, steroid dan terpenoid. Senyawa-senyawa ini memiliki efek toksik, farmakologik dan ekologi yang penting. Kandungan-kandungan tersebut banyak digunakan sebagai antibakteri, anti-inflamasi dan juga efek insektisidal. Terdapat pula asam 2-kromenkarboksilat pada daun *Sonneratia alba*.

Buah pedada memiliki kandungan fitokimia seperti steroid, tripenoid dan flavonoid. Fitokimia merupakan senyawa yang ditemukan padatumbuhan yang berperan aktif bisa mencegah penyakit (Afriyanto et al.,2016)

Tabel 1. **Komposisi kimia mangrove pedada (*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 Buah

Buah merupakan jenis pangan yang dibutuhkan oleh tubuh karena buah memiliki kandungan air, karbohidrat, lemak, protein, vitamin, dan mineral. Kandungan gizi utama dalam buah adalah vitamin dan mineral. Vitamin dan mineral dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah yang sedikit. Kelebihan dan kekurangan vitamin dapat menimbulkan penyakit. Buah dianggap sebagai produk tanaman yang berdaging dan manis, dalam arti botani buah didefinisikan sebagai ovarium matang dari tanaman berbunga dan mengandung biji. Buah-buahan merupakan bahan makanan yang banyak mengandung vitamin dan mineral yang diperlukan dalam tubuh manusia. Selain itu, buah-buahan juga kaya akan serat dan enzim yang bermanfaat bagi sistem pencernaan, serta mengandung gula yang dibutuhkan sebagai salah satu sumber energi. Buah bisa dimakan dalam keadaan segar atau dapat dikonsumsi buah tersebut setelah

diproses dan diolah. Buah-buahan sangat beraneka ragam jenisnya, baik yang musiman ataupun tersedia sepanjang musim (Sugiwati, 2005).

2.3 Fermentasi

Fermentasi adalah suatu proses oksidasi karbohidrat anaerob jernih atau anaerob sebagian. Dalam suatu proses fermentasi bahan pangan seperti natrium klorida bermanfaat untuk membatasi pertumbuhan organisme pembusuk dan mencegah pertumbuhan sebagian besar organisme yang lain. Suatu fermentasi yang busuk biasanya adalah fermentasi yang mengalami kontaminasi, sedangkan fermentasi yang normal adalah perubahan karbohidrat menjadi alkohol. Proses fermentasi yang dijelaskan pada penelitian yang dilakukan merupakan proses teroksidasinya karbohidrat anaerob sebagian. Fermentasi yang terjadi secara normal akan menghasilkan alkohol yang berasal dari pemecahan karbohidrat. Penggunaan mikroba dalam fermentasi biasanya berasal dari luar bahan makanan karena apabila mikroba berasal dari makanan tersebut akan membutuhkan waktu lebih lama serta pertumbuhan mikroba yang tidak diinginkan akan tumbuh lebih cepat (Retno dan Nuri, 2011).

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 *Saccharomyces cerevisiae* tidak lagi dapat memfermentasi bahan (Putri, 2014).

2.4 Bakteri dan Yeast yang Digunakan dalam Pembuatan Cuka

Bakteri yang digunakan untuk fermentasi cuka menurut Zubaidah *et al.* (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).

Saccharomyces cerevisiae lebih banyak digunakan untuk memproduksi alkohol secara komersial dibandingkan dengan bakteri dan jamur. Hal ini disebabkan karena *Saccharomyces cerevisiae* dapat memproduksi alkohol dalam jumlah besar dan mempunyai toleransi pada kadar alkohol yang tinggi. Kadar alkohol yang dihasilkan sebesar 8-20% pada kondisi optimum. *Saccharomyces cerevisiae* bersifat stabil, tidak berbahaya atau menimbulkan racun, mudah didapat dan mudah dalam pemeliharaan. Bakteri tidak banyak digunakan untuk memproduksi alkohol secara komersial, karena kebanyakan bakteri tidak dapat tahan pada kadar alkohol yang tinggi (Retno dan Nuri, 2011).

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

Vinegar berasal dari kata *vinaigre* (bahasa Perancis) yang artinya anggur yang telah asam. *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 diduga dapat mencegah reaksi oksidatif (Zubaidah *et al.*, 2015).

Cuka adalah suatu cairan asam yang diperoleh dari proses fermentasi bahan bergula atau berpati menjadi alkohol dan kemudian diubah menjadi asam asetat (cuka). Cuka biasanya dimanfaatkan dalam industri pengolahan pangan, industri kimia, dan industri farmasi. Selain itu, cuka juga bermanfaat untuk mengatasi berbagai gangguan kesehatan. Manfaat cuka untuk kesehatan antara lain membantu program penurunan berat badan, meredakan artritis, menurunkan kadar kolesterol jahat, melawan kanker, dan mencegah penuaan. Kandungan mineral, enzim, serta asam didalam cuka juga bisa membantu menghancurkan lemak. Menurut Weil (2009), pada suatu studi terhadap manusia cuka dapat menurunkan kadar gula dalam darah. Sedangkan penelitian terhadap hewan menunjukkan bahwa cuka dapat menurunkan kadar kolesterol dan tekanan

darah. Cuka salak pada penelitian Zubaidah *et al.* (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

Hasil analisa menunjukkan bahwa kandungan asam asetat yang dimiliki cuka apel 7,41% sedangkan cuka salak 3,54%. Adanya asam asetat ini akan memberikan peran dalam pengaturan kadar glukosa darah. Selain adanya asam asetat, aktivitas antioksidan pada cuka apel dan cuka salak diduga dapat berperan dalam memperbaiki sekresi insulin. Adanya penurunan kadar glukosa darah setelah perlakuan pemberian cuka apel disebabkan oleh asam asetat yang dapat menurunkan laju pengosongan lambung sehingga

sari-sari makanan lebih lambat diserap oleh usus dan peningkatan kadar glukosa darah dapat terkontrol. Pemberian cuka salak dapat menurunkan kadar glukosa darah tikus yang mengalami diabetes mellitus. Diduga asam asetat, antioksidan, dan senyawa lain saling berinteraksi untuk menurunkan dan mengontrol kadar glukosa dalam darah (Elok dan Nuril, 2015).

Rerata aktivitas antioksidan yang didapatkan dari cuka salak berbagai varietas salak berkisar antara 23.53-68.11%. Rerata aktivitas antioksidan cuka salak yang tertinggi adalah salak Suwaru sebesar 68.11%, sedangkan rerata aktivitas antioksidan cuka salak yang terendah adalah salak Madu sebesar 23.53%. Aktivitas antioksidan cuka salak tertinggi adalah cuka salak Suwaru dan tidak berbeda nyata dengan cuka salak Madura. Hal ini diduga karena total fenol sebagai komponen antioksidan cuka salak dan aktivitas antioksidan sari salak beralkohol berbeda nyata dimana total fenol dan aktivitas antioksidan sari salak beralkohol Suwaru, sebagai substrat fermentasi asam asetat paling tinggi dibandingkan yang lain, maka aktivitas antioksidan cuka salak Suwaru juga paling tinggi. Senyawa fenol berfungsi sebagai antioksidan alami, sehingga semakin tinggi senyawa fenol maka aktivitas antioksidan juga semakin meningkat (Zubaidah *et al.*, 2015).

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).

2.7 Diabetes Melitus

Diabetes Mellitus (DM) merupakan sekumpulan gejala yang timbul pada seseorang, ditandai dengan kadar glukosa darah yang melebihi nilai normal (hiperglikemia) akibat tubuh kekurangan insulin baik absolut maupun relatif (Sugiwati, 2005). Diabetes mellitus (DM) adalah penyakit kronis yang ditandai dengan kadar glukosa darah (KGD) yang tinggi (hiperglikemia) akibat pengaturan homeostasis glukosa tidak berjalan sempurna. 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 aktifitas 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 Melitus

Diabetes Melitus (DM) dapat dibedakan atas DM tipe 1 (DM-1) atau insulin-dependent diabetes mellitus (IDDM) dan DM tipe 2 (DM-2) atau noninsulin-dependent diabetes mellitus (NIDDM). Pada DM-1 kerusakan pankreas berat, produksi insulin tidak ada atau minimal, sehingga mutlak memerlukan insulin dari luar tubuh. Maka DM-1 disebut juga DM tergantung insulin, DM-1 dapat timbul pada umur muda (anak-anak, remaja). Pada DM-2 terjadi kekurangan insulin, tetapi tidak seberat pada DM-1. Pada DM-2 selain kekurangan insulin, juga disertai resistensi insulin yaitu adanya insulin tidak bisa

mengatur kadar gula darah untuk keperluan tubuh secara optimal, sehingga ikut berperan terhadap meningkatnya kadar gula darah. DM-2 biasanya muncul setelah umur 30-40 tahun, bahkan timbul pada umur 50 atau 60 tahun. Hasil penelitian menunjukkan tingkat kekerapan DM-1 sekitar 10–20% dan DM-2 adalah 80-90% dari seluruh penderita diabetes (Widowati, 2008).

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).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Bahan Penelitian

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

Bahan-bahan yang digunakan dalam proses pembuatan cuka buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) adalah 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 Ciocalteau* produksi Merck, Na_2CO_3 produksi Merck, aquades dan cuka buah kupas 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, larutan standar, 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 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, timbangan digital, termometer, pH meter, pipet volume, pipet tetes, bola hisap, dan 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/spet* 1 ml untuk injeksi aloksan ke tikus wistar putih.

Alat-alat yang digunakan dalam pengambilan darah tikus adalah *syringe* dan nampan.

Alat-alat yang digunakan pada analisa kadar glukosa darah adalah *sentrifuge*, pipet tetes, 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 di peroleh belum tersedia sehingga variable yang akan di ukur harus di bangkitkan 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 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 buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*). Adapun perlakuan pemberian dosis cuka buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) adalah :

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

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

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

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

Perlakuan yang digunakan mengacu pada penelitian cuka oleh Soriton *et al.* (2014), dosis yang digunakan untuk tikus dapat dihitung dengan mengkalikan dosis pemakaian pada manusia dengan faktor konversi dari manusia (70 kg) ke tikus (200 gram) sebesar 0,018. Dosis cuka yang biasa digunakan untuk manusia sebesar 3x2 sdm = 2 sdm cuka = 20 cc. Sedangkan konversi yang digunakan pada manusia ke tikus menurut Atiqoh *et al.* (2011) yaitu sebesar 56,0. 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 buah kupas 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 ada 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

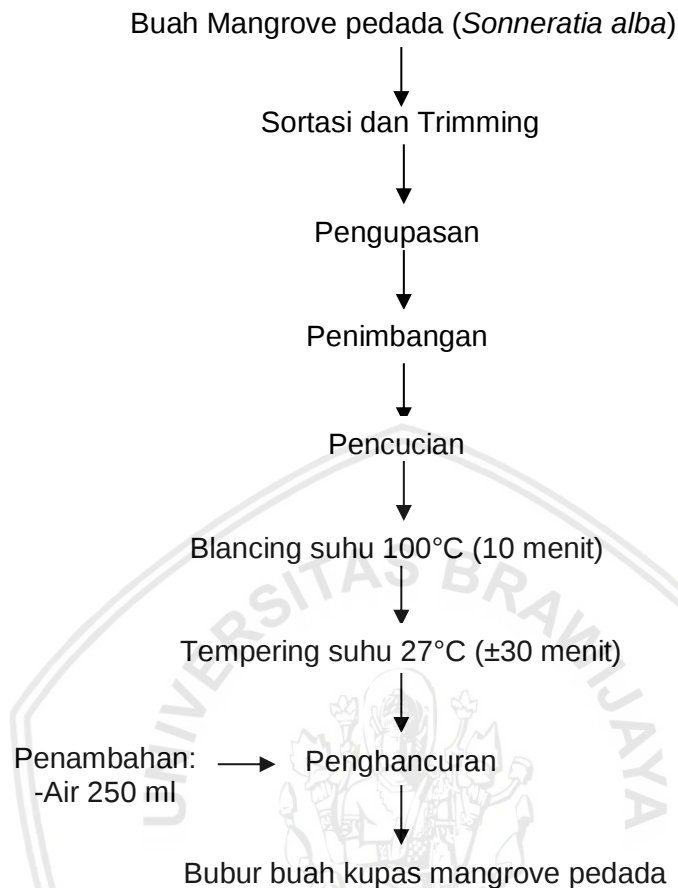
Pemberian Dosis (A)	Lama Pemberian (B)			
	B1 (0 hari)	B2 (7 hari)	B3 (14 hari)	B4 (21 hari)
A1	(A1B1) ₁	(A1B2) ₁	(A1B3) ₁	(A1B4) ₁
(obat <i>glibenclamide</i> 0,09 mg/tikus/hari)	(A1B1) ₂	(A1B2) ₂	(A1B3) ₂	(A1B4) ₂
	(A1B1) ₃	(A1B2) ₃	(A1B3) ₃	(A1B4) ₃
	(A2B1) ₁	(A2B2) ₁	(A2B3) ₁	(A2B4) ₁
A2 (cuka mangrove 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 Buah Kupas Mangrove

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

➤ Proses persiapan buah mangrove



Gambar 2. Diagram alir persiapan buah pedada (*Sonneratia alba*)

Modifikasi Januaresti *et al.* (2016) dan Sugiwati *et al.*, (2005)

Persiapan 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 buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dari tangkai buah.

- Pengupasan

Buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) yang telah disortir kemudian dikupas kulitnya tanpa menghilangkan bijinya.

- Penimbangan

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

- Pencucian

Setelah proses penimbangan, kemudian buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dicuci untuk menghilangkan kotoran dan getah kulit 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 dimulai ketika buah dimasukkan kedalam air yang telah mendidih pada suhu 100°C (Caturryanti *et al.*, 2008).

- *Tempering*

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

- Penghalusan

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

➤ Proses Fermentasi

Bubur buah kupas mangrove pedada kemudian difermentasi menggunakan bakteri *S. Cereviceae* dan *Acetobacter aceti*. Cuka buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dibuat dengan formulasi seperti yang terdapat pada Tabel 3.

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

Formulasi	Jumlah
Bubur buah kupas (g)	250 g
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)

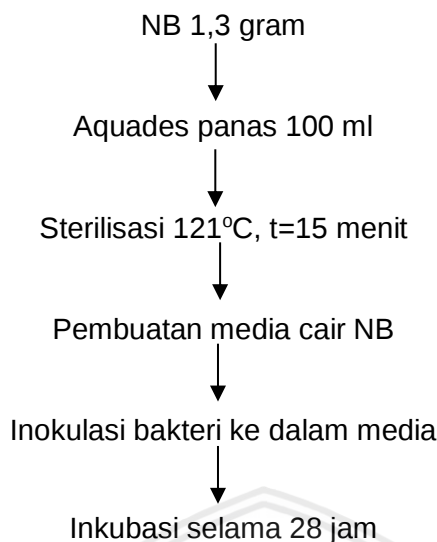
Keterangan :

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

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

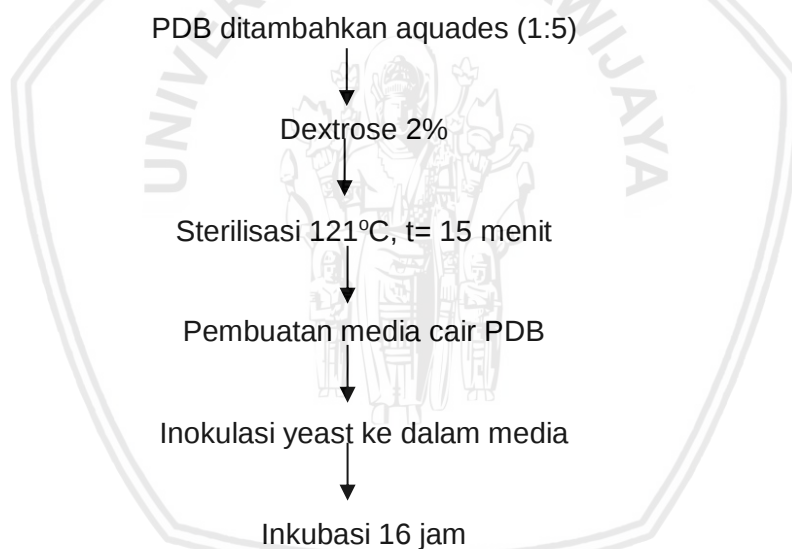
➤ Kultur Bakteri dan Yeast

Sebelum melakukan pembuatan cuka mangrove, dilakukan kultur bakteri dan yeast untuk mengembangbiakkan bakteri dan yeast sehingga memenuhi kebutuhan untuk fermentasi buah kupas mangrove *Sonneratia alba*. Diagram alir kultur bakteri *Acetobacter aceti* dapat dilihat pada Gambar 3



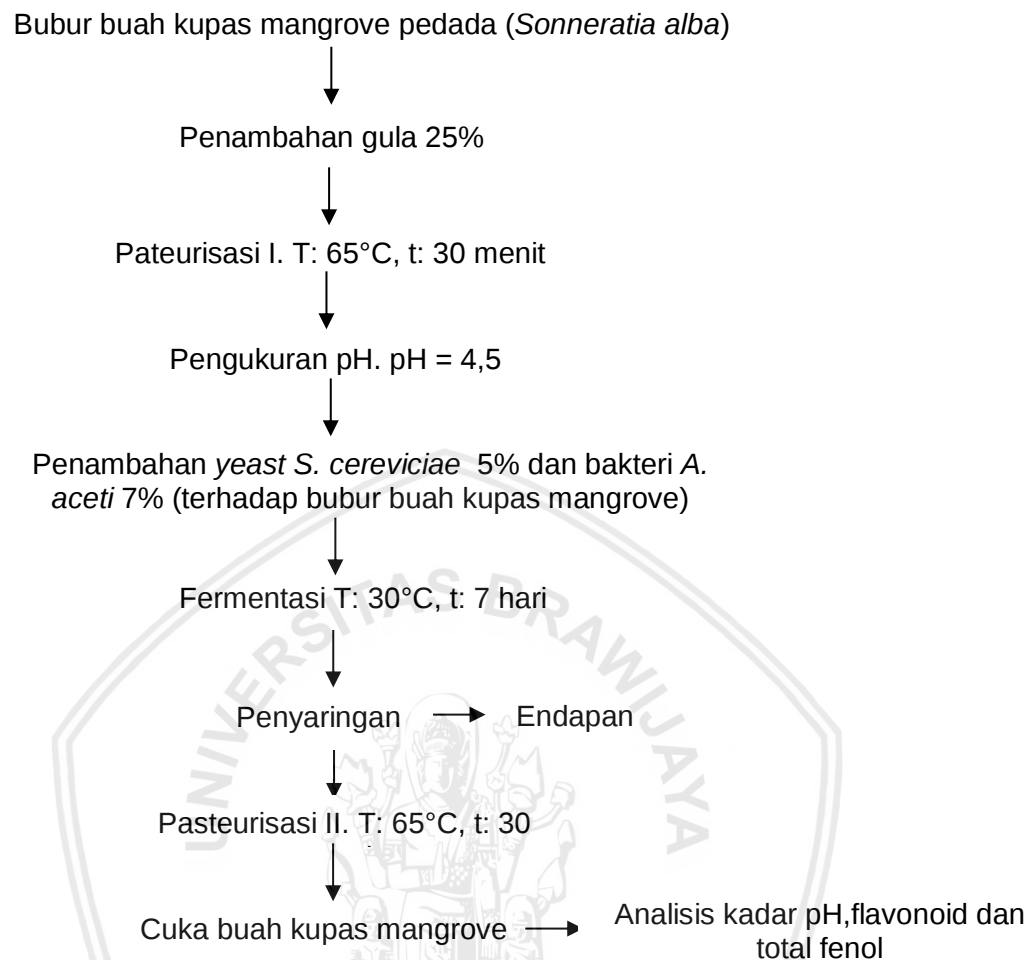
Gambar 3. Diagram alir kultur bakteri *Acetobacter aceti* (Nurisanto et al 2014)

Diagram alir kultur yeast *Saccharomyces cerevisiae* dapat dilihat pada Gambar 4



Gambar 4. Diagram alir kultur yeast *Saccharomyces cerevisiae* (Nursanto et al., 2014)

Setelah dilakukan kultur, selanjutnya dilakukan pembuatan cuka buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*). Diagram alir pembuatan cuka buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram alir pembuatan cuka buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*)
Modifikasi Januaresti *et al.* (2016)

Pembuatan cuka buah kupas mangrove dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- Bubur buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*)

Sebelum pembuatan cuka buah kupas mangrove pedada, disiapkan terlebih dahulu bubur buah kupas mangrove pedada sebanyak 250 ml yang dapat dilihat pada Gambar 4.

- Penambahan gula

Penambahan gula berfungsi sebagai pemberi rasa, pengawet serta sebagai media tumbuh bagi mikroorganisme. Penambahan gula ditambahkan sebanyak 25% terhadap berat mangrove yang akan dipakai.

- Pasteurisasi I

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

- Pengukuran pH

Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan pH meter.

- Fermentasi

Fermentasi dilakukan dengan bantuan bakteri *S. cereviceae* 5% dan *Acetobacter aceti* 7% terhadap volume bubur buah kupas 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 (Januaresti *et al.*, 2016).

- Penyaringan

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

- Pasteurisasi II

Pasteurisasi II pada cuka buah kupas mangrove pedada dilakukan dengan cara memasukkan cuka yang telah disaring ke dalam botol kaca kemudian dimasukkan pada air mendidih suhu 65°C selama 30 menit. Tujuannya adalah untuk menghentikan proses fermentasi pada cuka buah kupas

- 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.

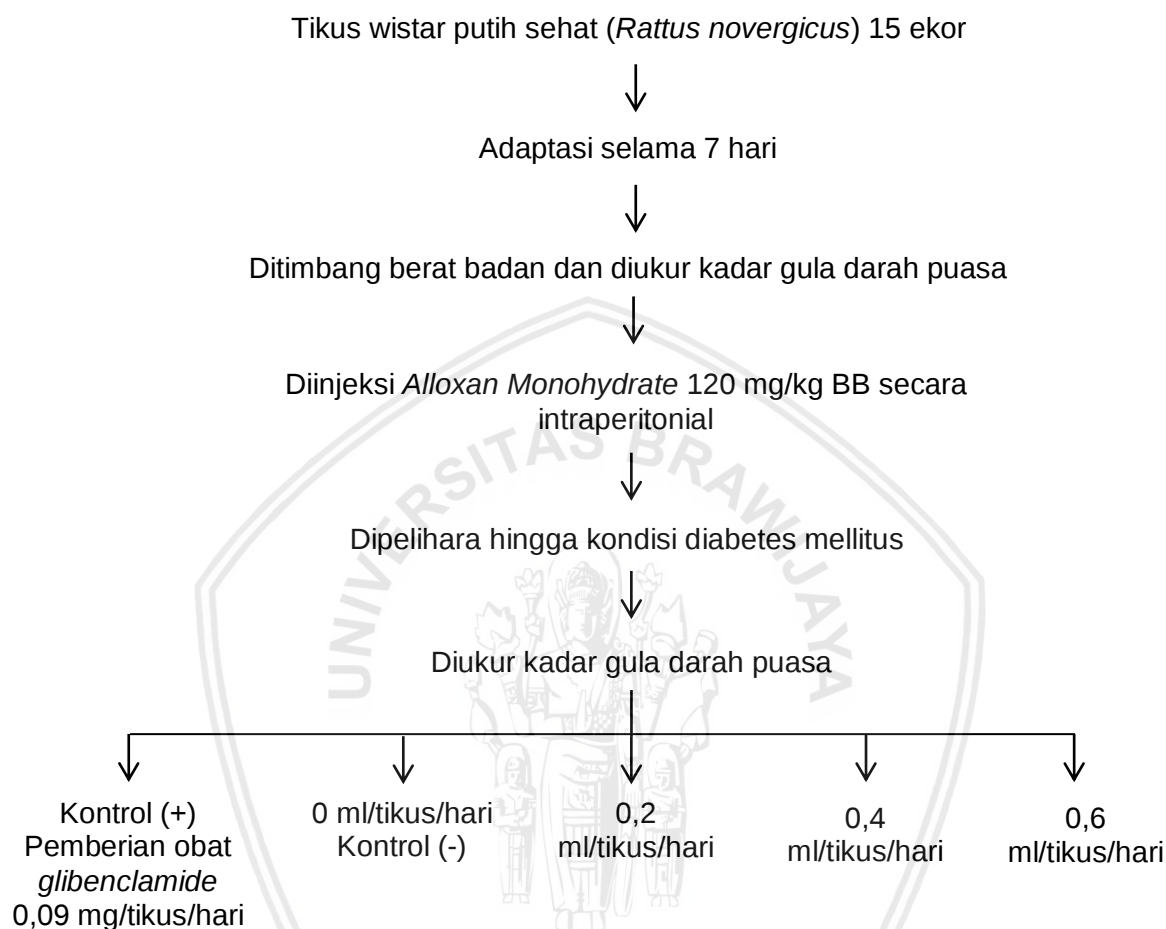
3.3.2.2 Adaptasi dan Pembuatan Tikus Diabetes Melitus

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 aloksan.

Aloksan merupakan bahan kimia diabetonik yang dapat menghasilkan diabetes eksperimental terhadap berbagai vertebrata seperti tikus. Aloksan bereaksi dengan merusak substansi esensial di dalam sel beta pankreas sehingga menyebabkan berkurangnya granula – granula pembawa insulin di dalam sel beta pankreas. 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).

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). Pembuatan tikus diabetes melitus dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Adaptasi dan pembuatan tikus diabetes melitus

Tikus jantan sehat yang berumur sekitar 2-3 bulan disiapkan sebanyak 15 ekor, kemudian diadaptasi selama 7 hari. Adaptasi pada tikus dilakukan dengan cara menempatkan setiap individu tikus kedalam 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 :

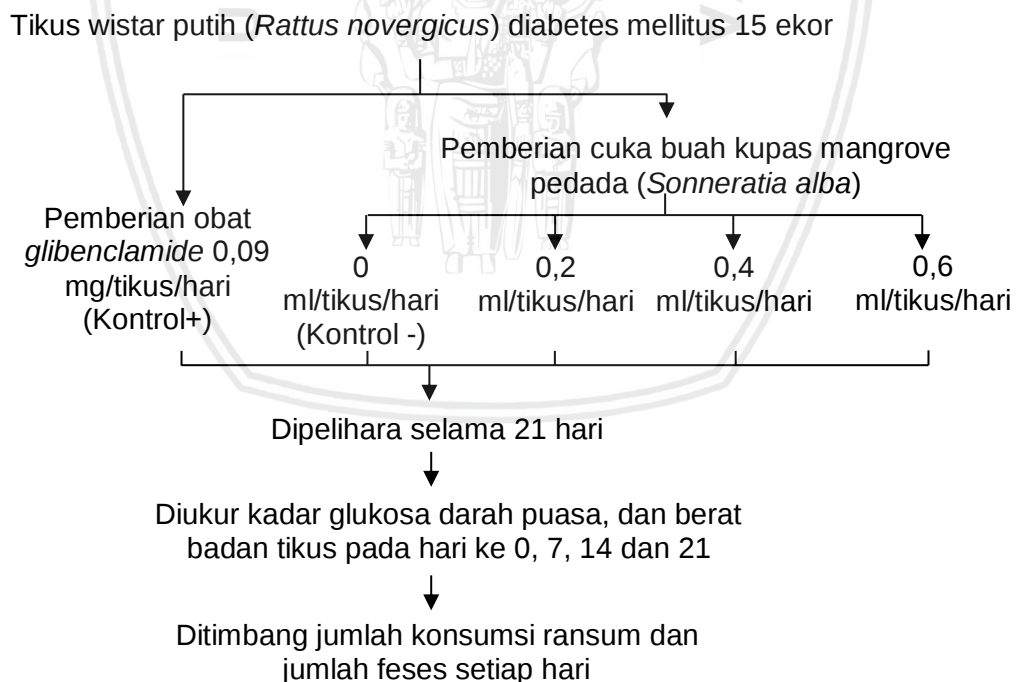
- Kontrol (+) adalah kelompok tikus diabetes mellitus dengan pemberian obat *glibenclamide* 0,09 mg/tikus/hari dengan metode sonde lambung selama 21 hari.
- Kontrol (-) adalah kelompok tikus diabetes mellitus dengan pemberian cuka buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dengan dosis 0 ml/tikus/hari dengan metode sonde lambung selama 21 hari.
- Perlakuan ke III, IV dan V adalah kelompok tikus diabetes mellitus dengan pemberian cuka buah kupas 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 Buah Kupas Mangrove Pedada (*Sonneratia alba*) pada Tikus Diabetes Mellitus

Pemberian cuka buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) bertujuan untuk menurunkan kadar glukosa darah pada tikus wistar putih (*Rattus novergicus*) yang menderita diabetes melitus. Prosedur pemberian cuka buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dan obat glibenclamide pada tikus diabetes dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Prosedur pemberian cuka buah kupas 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 buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dengan dosis 0; 0,2; 0,4; dan 0,6 ml/tikus/hari.

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

Kelompok tikus kontrol (-) yaitu tikus yang tidak diinduksi oleh perlakuan apapun atau diinduksi cuka buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dengan dosis 0 ml/tikus/hari.

Kelompok tikus yang diberi perlakuan pemberian cuka buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) yaitu dengan dosis 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, meliputi pengukuran kadar glukosa darah puasa dan penimbangan berat badan. Pengamatan hari ke 0, 7, 14, dan 21 mengacu pada penelitian Zubaidah dan Izzati (2015), tentang efek cuka apel dan cuka salak dalam menurunkan kadar glukosa darah tikus. Rentang hari pengamatan tersebut dirasa cukup untuk mengamati perubahan kadar glukosa darah tikus. Pada tahap pengukuran kadar glukosa darah puasa, sebelumnya tikus dipuasakan terlebih dahulu selama ± 12 jam agar diperoleh kadar glukosa darah normal (tidak dipengaruhi peningkatan karena pemberian ransum). Selama pemeliharaan 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

Sebanyak 0,05 g sampel ditambah 0,1 mg serbuk magnesium dan 0,4 mL amil alkohol (campuran asam klorida 37% dan etanol 95% dengan volume yang sama) serta 4 mL alkohol kemudian campuran dikocok. Terbentuknya warna merah, kuning atau jingga pada lapisan amil alkohol menunjukkan adanya flavonoid (Jacoeb *et al.*, 2013).

➤ 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 Na_2CO_3 7,5% sebanyak 1,2 ml lalu dihomogenkan dan diletakkan pada inkubator selama 45 menit ($\pm 37^\circ\text{C}$). 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 Na_2CO_3 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 :

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

➤ Prosedur Uji LC₅₀

- Penyiapan larva *Artemia salina* Leach

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.

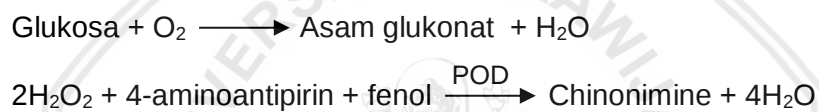
- Penentuan Konsentrasi Larutan Ekstrak dan Uji Toksisitas *Artemia salina* Leach

Penentuan konsentrasi larutan uji yang digunakan yaitu dengan menggunakan cuka buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dengan konsentrasi 700, 600, 500, dan 0 ppm tanpa penambahan cuka dengan cara pengenceran yang diambil dari larutan stok 1000 ppm yang dibuat dengan cara mengambil 1 g cuka buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) 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 buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) (cuka + 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 dilakukan 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 ^{GOD} *Kit Glucose GOD-FS* menurut Dyasis (2016) yaitu metode *glucose GOD-PAP* dimana prinsipnya adalah oksidasi glukosa darah *Gluko-Oksidase* (GOD) menjadi asam glukonat dan H₂O₂. Selanjutnya H₂O₂ direaksikan dengan 4-aminontripin dan fenol yang menghasilkan *chinobimine* yang berwarna kemerahan dan H₂O. 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* melakukan penusukan pada bagian ekor.
4. Darah akan mengalir keluar melalui ekor dan disedot dengan *syrine*.
5. Kemudian darah di dalam *syringe* dipindah di cuvet lalu disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 3-5 menit.
6. Serum darah dan darah akan terpisah dengan serum darah berada di bagian atas (berwarna bening kekuningan) yang disebut dengan supernatan dan daerah berada di bagian dasar (bawah) 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 pada ekor dan diletakkan dalam tube.
- Darah disentrifuse 3000 rpm selama 10 menit untuk memisahkan serum dan plasma darah.
- Kemudian didiamkan selama 1 jam.
- Serum dan plasma kemudian dipisahkan

b. Penetapan blanko

- Blanko berupa aquades diambil sebanyak 10 mikromili dan dicampurkan dengan 1000 mikromili reagen kit glukosa
- Kemudian dimasukkan dalam tabung reaksi dan divortex
- Dicampur 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 atau 10 menit di suhu waterbath.
- Kemudian dibaca absorbansi pada panjang gelombang 550 – 560 nm

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

- **Prosedur Uji Berat Badan, Jumlah Konsumsi Ransum, dan Berat Feses Tikus**

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

Dari ransum yang diberikan pada tikus sebanyak 15 g/hari dapat diketahui jumlah ransum yang dikonsumsi dengan menghitung selisih antara ransum yang diberikan dan sisa yang tidak dimakan oleh tikus.

Jumlah feses dapat diketahui dengan menimbang feses yang dikeluarkan tikus. Pengamatan jumlah feses dan ransum 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 Buah Kupas Mangrove (*Sonneratia alba*)

Cuka buah kupas pada penelitian ini menggunakan jenis buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*). Buah yang sudah diolah menjadi cuka selanjutnya akan dilakukan analisis untuk mengetahui kandungan senyawa bioaktif yang terkandung di dalam cuka buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) secara kuantitatif. Pada analisis ini fokus pada kandungan flavonoid, total fenol, dan aktifitas antioksidan. Kandungan cuka buah kupas mangrove pedada dapat dilihat pada Tabel 6.

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

Kode Sampel	Hasil
Total Flavonoid (mgQE/100ml)	114,25
Total Fenol (mgGAE/100ml)	228,30
IC50 atau Antioksidan (ppm)	126,96

Sumber : Hasil uji di Laboratorium Gizi Departemen Gizi Kesehatan Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga.

Pada hasil analisis yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kandungan flavonoid cuka buah kupas mangrove pedada didapatkan hasil 228,30 mgQE/100ml. Hasil yang didapatkan tersebut masih lebih tinggi jika dibandingkan dengan kandungan flavonoid dari cuka salak pada penelitian Zubaidah *et al.*(2016) yaitu sebesar 1315 mg/L. Flavonoid merupakan senyawa fenolik yang potensial sebagai antioksidan dan mempunyai bioaktifitas sebagai obat. Senyawa flavonoid dapat berfungsi sebagai antioksidan, antidiabetik, antikanker, antiseptik, dan anti-inflamasi (Larantukan, *et al.*, 2014).

Flavonoid berperan sebagai antioksidan dengan cara mendonasikan atom hidrogennya atau melalui kemampuannya mengkelat logam, biasanya dalam bentuk glukosida atau dalam bentuk aglikon. Antioksidan adalah senyawa yang dapat menghambat oksidasi dengan cara menangkap radikal bebas, selain

itu flavonoid meningkatkan jalur glikolitik dan glikogenik dengan menekan jalur glikogenolisis dan glukoneogenesis yang akan menyebabkan glukosa darah dapat terkendali sehingga kadar glukosa darah menurun Larantukan, et al., 2014).

Pada hasil analisa menunjukkan kandungan total fenol cuka buah kupas mangrove pedada didapatkan hasil 228,30 mgGAE/100ml. Hasil tersebut lebih tinggi jika dibandingkan dengan kandungan total fenol cuka salak pada penelitian Zubaidah dan Izzati (2015) yaitu sebesar 229,67 mg/L, sedangkan kandungan total fenol pada cuka apek 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. Total fenol menurut Menurut Tursiman *et al.*(2012), mempunyai hubungan yang berbanding lurus dengan aktivitas antioksidan dari suatu bahan. Semakin tinggi aktivitas antioksidan dalam suatu bahan , maka semakin tinggi pula kandungan total fenolnya.

Kandungan aktivitas antioksidan pada cuka buah kupas mangrove pedada didapatkan hasil 126,96 ppm. Sedangkan kandungan aktivitas antioksidan cuka salak pada penelitian Zubaidah dan Izzati (2015) ,sebesar 43,16% dan pada cuka apel sebesar 57,73%.

Kandungan komponen bioaktif yang dianalisis dalam buah adalah senyawa yang berkaitan dengan potensi 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 (*Rattus novergicus*)

Sebelum dilakukan pengukuran kadar glukosa darah tikus, tikus wistar putih diadaptasi selama 7 hari terlebih dahulu. Hal ini bertujuan agar tikus tidak stress pada lingkungan yang baru. Setelah masa adaptasi selesai, dilakukan pengukuran kadar glukosa darah tikus yaitu menaikkan kadar glukosa darah sampai melebihi batas normal kadar gula serum darah tikus, dengan cara menyuntikkan aloksan kepada tikus secara intraperitoneal. Pengkondisian tikus menjadi diabetes ini dilakukan selama dua hari. Setelah itu diukur kadar glukosa darah tikus yang sebelumnya dipuasakan selama 2 jam. 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 induksi 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)	89,67±1,15	226,00±2,65
0,4 ml/ tikus/ hari (P2)	83,67±1,53	225,67±3,51
0,6 ml/ tikus/ hari (P3)	83,00±1,73	220,00±6,00

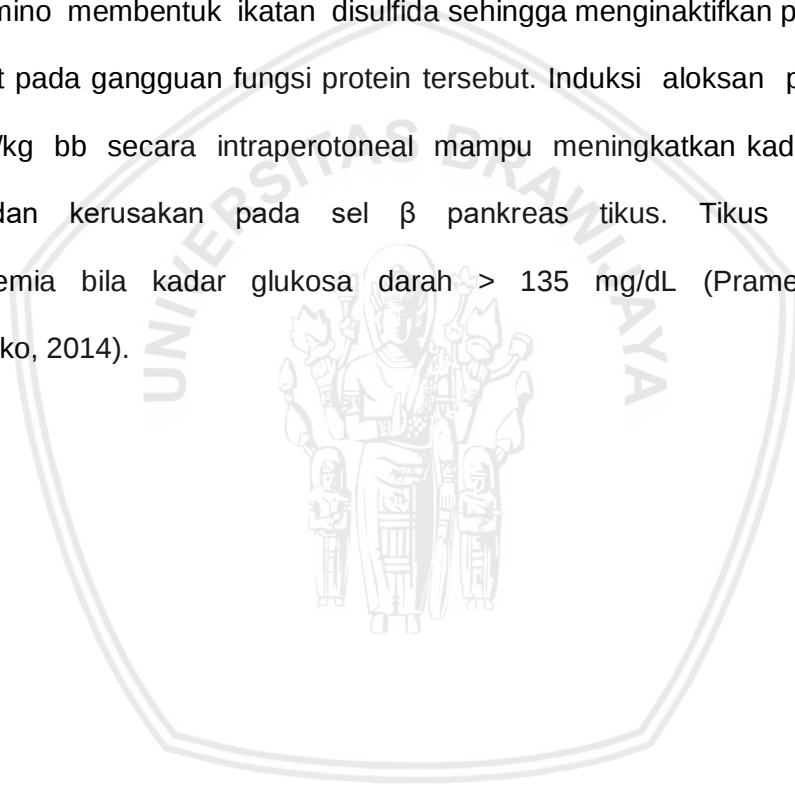
Keterangan :

*Data merupakan rerata 3 kali ulangan

Berdasarkan tabel diatas, setelah tikus diinjeksi aloksan selama 2 hari menunjukkan kenaikan kadar glukosa darah hingga mencapai >200 mg/dL pada semua perlakuannya. Kadar glukosa darah puasa sebagai diagnosis diabetes melitus pada tikus menurut Wulandari (2010), kadar glukosa darah tikus puasa yang bukan DM pada tikus wistar putih sebesar 50 - 109 mg/dL, kadar glukosa

darah puasa belum pasti DM yaitu 110-125 mg/dL, dan yang positif DM mempunyai kadar glukosa darah lebih besar dari ≥ 135 mg/dL.

Mekanisme kerja aloksan menghasilkan kerusakan pada sel-sel β pankreas terutama menyerang senyawa-senyawa seluler yang mengandung gugus sulfidril, asam-asam amino sistein dan protein yang berikatan dengan gugus SH (termasuk enzim yang mengandung gugus SH). Aloksan bereaksi dengan dua gugus SH yang berikatan pada bagian sisi dari protein atau asam amino membentuk ikatan disulfida sehingga menginaktifkan protein yang berakibat pada gangguan fungsi protein tersebut. Induksi aloksan pada dosis 125 mg/kg bb secara intraperitoneal mampu meningkatkan kadar glukosa darah dan kerusakan pada sel β pankreas tikus. Tikus dinyatakan hiperglikemia bila kadar glukosa darah > 135 mg/dL (Prameswari dan Widjanarko, 2014).

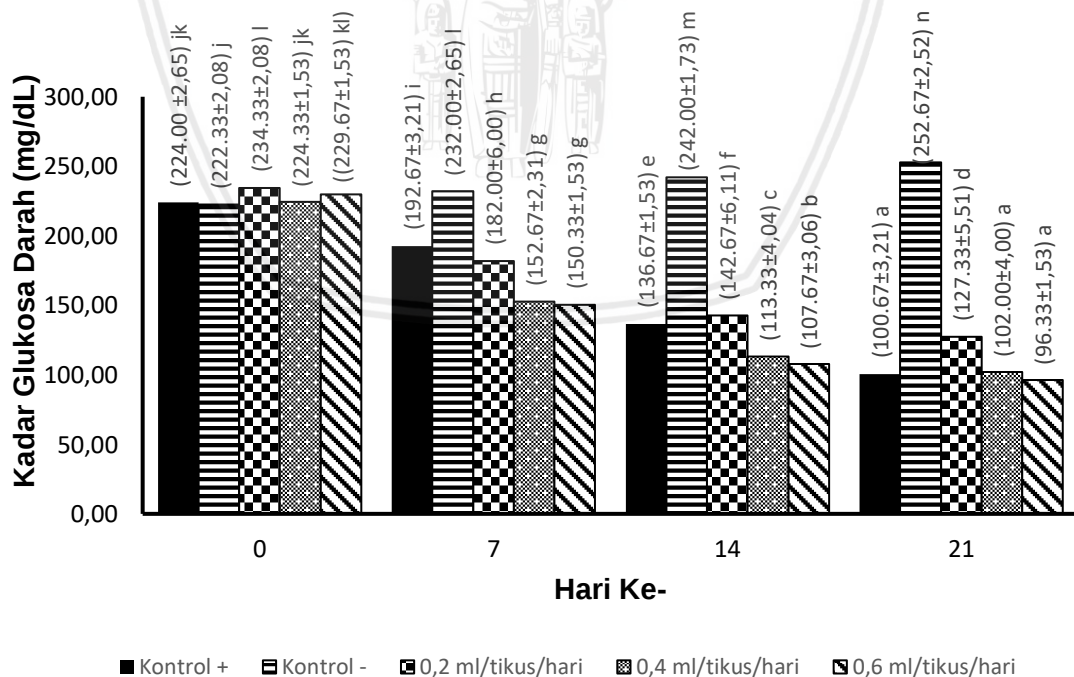


4.3 Pengaruh Pemberian Cuka Buah Kupas Mangrove Pedada (*Sonneratia alba*) Terhadap Glukosa, Berat Badan, Jumlah Ransum, Dan Feses Tikus Wistar Diabetes Melitus

4.3.1 Glukosa Darah

Cuka buah kupas mangrove pedada akan digunakan untuk mengetahui pengaruh terhadap glukosa darah tikus diabetes melitus. Pada penelitian ini, tikus dipuasakan selama 12 jam sebelum pemberian perlakuan. Pemberian cuka buah kupas mangrove dibedakan menjadi 3 dosis yaitu dosis 0,2 ml/tikus/hari, 0,4ml/tikus/hari, 0,6ml/tikus/hari. Perbedaan dosis ini dimaksudkan untuk mengetahui dosis yang mana yang terbaik dalam penurunan kadar glukosa darah.

Hasil ANOVA data kadar glukosa darah (Lampiran 4) menunjukkan bahwa perlakuan lama hari pengamatan dan dosis, serta interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap kadar glukosa darah tikus ($p < 0,05$). Hasil uji lanjut dengan Duncan dapat dilihat pada Gambar 8.



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

Gambar 8. Histogram glukosa darah tikus selama 21 hari

Dari Gambar 6, diketahui bahwa semua perlakuan dengan penambahan cuka buah kupas mangrove pedada dapat menurunkan kadar glukosa darah secara bertahap selama 21 hari pengamatan. Penurunan total glukosa darah terlihat pada hari ke – 7. Pada hari ke – 14 dan hari ke – 21, juga terjadi penurunan glukosa darah yang dapat dilihat pada grafik. Hal tersebut menandakan bahwa setiap pemberian cuka buah kupas mangrove pedada yang berbeda menimbulkan efek penurunan kadar glukosa darah yang berbeda pula. Semakin besar pemberian dosis maka penurunan kadar glukosa darah juga semakin baik.

Pemberian dosis 0,2 ml/tikus/hari pada tikus menyebabkan penurunan kadar glukosa darah dari 234,3 mg/dL pada hari ke 0 menjadi 127 mg/dl pada hari ke- 21. Pada dosis 0,2 ml/tikus/hari terlihat adanya penurunan kadar glukosa darah lebih lambat dibandingkan dengan dosis lainnya. Hal ini dikarenakan perbedaan respon tubuh dari tikus dalam menerima perlakuan dosis cuka buah kupas yang diberikan. Selain itu pada dosis 0,2 ml/tikus/hari kadar cuka buah kupas yang terkandung lebih sedikit sehingga kemampuan dalam menurunkan glukosa darah tikus cenderung lambat. Pemberian dosis 0,4 ml/tikus/hari pada tikus menyebabkan penurunan kadar glukosa darah dari 224,3 mg/dl pada hari ke- 0 menjadi 102,0 mg/dL pada hari ke- 21. Selanjutnya pemberian dosis 0,6 ml/tikus/hari pada tikus menyebabkan penurunan kadar glukosa darah dari 229,7mg/dL pada hari ke- 0 menjadi 96,3mg/dL pada hari ke- 21.

Untuk perlakuan pada kontrol (+), tikus diinjeksi aloksan untuk menaikkan kadar glukosa darahnya, kemudian diberi obat *glibenclamide* yang bertujuan untuk menurunkan kadar glukosa darah secara kimiawi. Dari histogram diatas, dapat dilihat bahwa pada hari ke- 0 kadar glukosa darah tikus 224,0 mg/dL menjadi 102,7 mg/dL pada hari ke- 21. Pada tikus kontrol (-), tikus diinjeksi aloksan untuk menaikkan glukosa darahnya, tetapi tidak diberikan obat

glibenclamide, sehingga tidak terjadi penurunan kadar glukosa darah. Pada hari ke- 0 kadar glukosa darah tikus sebesar 222,3 mg/dL dan pada hari ke- 21 sebesar 252,7 mg/dL.

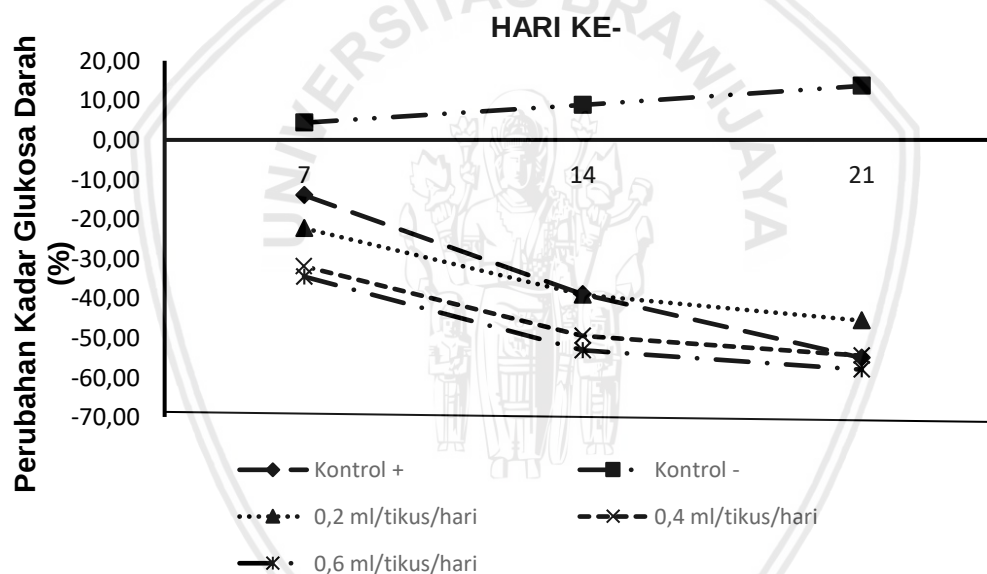
Dari histogram pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa semakin tinggi dosis cuka buah kupas mangrove pedada yang diberikan, maka semakin besar penurunan kadar glukosa darah tikus. Penurunan kadar glukosa darah tikus tertinggi yaitu pada perlakuan pemberian dosis 0,6 ml/tikus/hari. Cuka buah kupas mangrove pedada pada dosis tersebut mampu menurunkan kadar glukosa darah pada tikus lebih baik dibandingkan dengan perlakuan kontrol (+) yang menggunakan obat *glibenclamide*.

Berdasarkan hasil tersebut, perlakuan pemberian cuka buah kupas mangrove pedada yang paling baik untuk menurunkan kadar glukosa darah adalah cuka buah kupas dengan dosis 0,6 ml/tikus/hari. Hal ini disebabkan karena pada dosis 0,6 ml/tikus/hari mengandung lebih banyak senyawa bioaktif yang terkandung dari cuka buah kupas mangrove pedada dibandingkan dengan dosis lainnya sehingga dosis tersebut lebih optimal dalam menurunkan kadar glukosa darah pada tikus.

Pada cuka buah kupas mangrove pedada terkandung senyawa bioaktif yang dapat membantu menurunkan kadar glukosa darah yaitu flavonoid. Menurut Atiqoh *et al.* (2011), flavonoid merupakan turunan flavone seperti gossypetin (hexahydroxyflavo)-3-glucosida yang mempunyai sifat antioksidan. Karena hal tersebut flavonoid dapat menghambat kerusakan dari sel β pankreas yang bertugas memproduksi insulin dan merangsang pelepasan insulin pada sel β pankreas untuk disekresikan ke dalam darah. Selain itu, flavonoid juga mampu mengembalikan sensitivitas reseptor insulin pada sel. Sedangkan menurut Novrial *et al.* (2012), senyawa flavonoid memiliki efek yang sangat beragam, diantaranya sebagai antioksidan, efek hipolipidemi, hipoglikemi, dan antidiabetik. Efek

antidiabetik dari flavonoid telah dibuktikan melalui penelitian menggunakan hewan coba seperti tikus. Pada penelitian tersebut, flavonoid dapat memodulasi metabolisme dari lipid, glukosa abnormal, dan dapat memperbaiki resistensi insuli perifer. Selain itu flavonoid juga mampu mengurangi komplikasi diabetes yang disebabkan oleh abnormalitas dari profil lipid dan resistensi insulin.

Untuk mengetahui besarnya pengaruh perlakuan terhadap perubahan kadar glukosa darah, maka dilakukan perhitungan persentase perubahannya (Lampiran 3). Grafik persen perubahan kadar glukosa darah dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik persen perubahan kadar glukosa darah selama 21 hari

Pada Gambar 9, disebutkan persen (%) penurunan kadar glukosa darah tikus dari hari ke- 0 sampai hari ke- 7, hari ke- 0 sampai hari ke- 14 dan pada hari ke- 0 sampai hari ke- 21. Berdasarkan gambar diatas, diketahui bahwa glukosa darah setiap 7 hari sekali mengalami penurunan. Semakin tinggi dosis cuka buah kupas mangrove pedada maka semakin besar penurunan kadar glukosa darah normal yaitu kisaran 55 mg/dL. Persentase penurunan kadar glukosa darah paling pesat hari ke- 7 pada perlakuan pemberian dosis 0,6 ml/tikus/hari

yaitu 34,54%. Persentase penurunan kadar glukosa darah paling pesat pada hari ke 14 yaitu pada dosis 0,6 ml/tikus/hari yaitu sebesar 53,12%. Sedangkan pada hari ke 21 penurunan glukosa darah paling pesat yaitu pada pemberian dosis 0,6 ml/tikus/hari yaitu sebesar 58,06%. Dari data tersebut diketahui cuka buah kupas mangrove pedada dengan dosis 0,6 ml/tikus/hari terlihat penurunan glukosa yang jauh lebih baik dibandingkan dengan dosis lainnya.

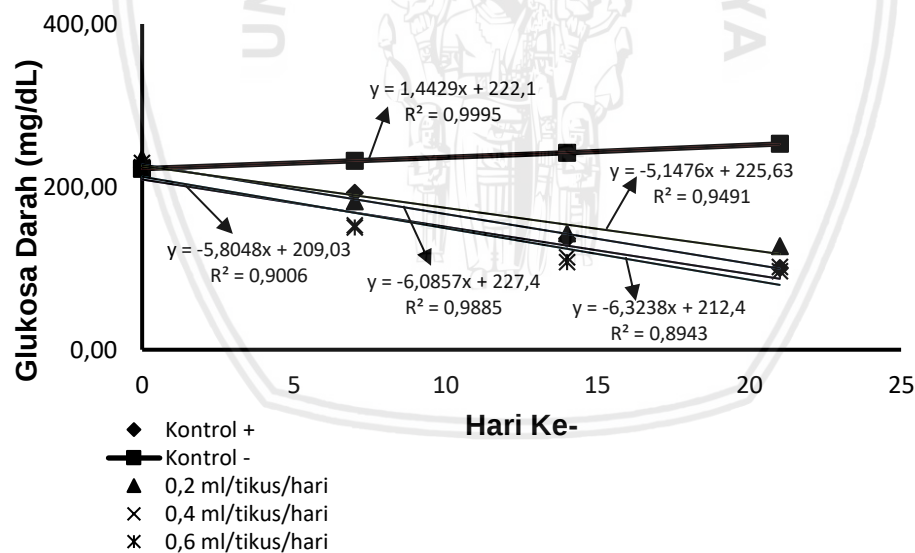
Perlakuan pemberian cuka buah kupas mangrove pedada pada tikus DM dapat dilihat pada grafik diatas bahwa setiap dosis dapat menurunkan glukosa darah dan semakin besar dosis cuka buah kupas mangrove pedada maka semakin besar penurunan kadar glukosa darah. Pada kontrol (+), didapatkan penurunan sebesar 55,06% sampai hari ke 21. Penurunan kadar glukosa darah ini menunjukkan bahwa obat *glibenclamide* baik dalam menurunkan glukosa darah. Sedangkan kontrol (-) tidak mengalami penurunan, tetapi mengalami kenaikan sebesar 13,64% sampai hari ke- 21. Hal ini dikarenakan pada kontrol (-) tidak diberi perlakuan untuk menurunkan glukosa darah, hanya diinjeksi aloksan saja.

Hasil uji lanjut menggunakan uji Duncan didapatkan hasil yang berbeda nyata dari perlakuan lamanya hari dan dosis. Pemberian cuka buah kupas mangrove pedada memberikan pengaruh yang nyata antar hari penelitian mulai dari hari ke 0, 7, 14 dan 21 terhadap penurunan glukosa darah tikus wistar putih. Selain itu pada perlakuan dosis, pemberian cuka buah kupas mangrove pedada juga memberikan pengaruh yang nyata terhadap tiap dosisnya.

Penurunan kadar glukosa darah disebabkan oleh kandungan bioaktif pada cuka buah kupas mangrove pedada 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 buah kupas mangrove pedada diduga menjadi faktor yang dapat mengendalikan glukosa darah pada tikus diabetes.

Penurunan glukosa darah dan penentuan hari ke berapa cuka buah kupas mangrove pedada dapat menurunkan glukosa darah tikus mencapai batas normal, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan regresi. Hasil persamaan regresi pengaruh pemberian cuka buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dapat dilihat pada Gambar 10



Gambar 10. Grafik regresi kadar glukosa darah

Pada Gambar 10 dapat diketahui hasil persamaan regresi bahwa kadar glukosa darah tikus mengalami penurunan dan untuk menentukan hari ke berapa nilai kadar glukosa mencapai batas normal. Perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 4. 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)	$y = -5,1476x + 225,63$	26
0,4 ml/tikus/hari (P2)	$y = -5,8048x + 209,03$	21
0,6 ml/tikus/hari (P3)	$y = -6,3238x + 211,83$	20

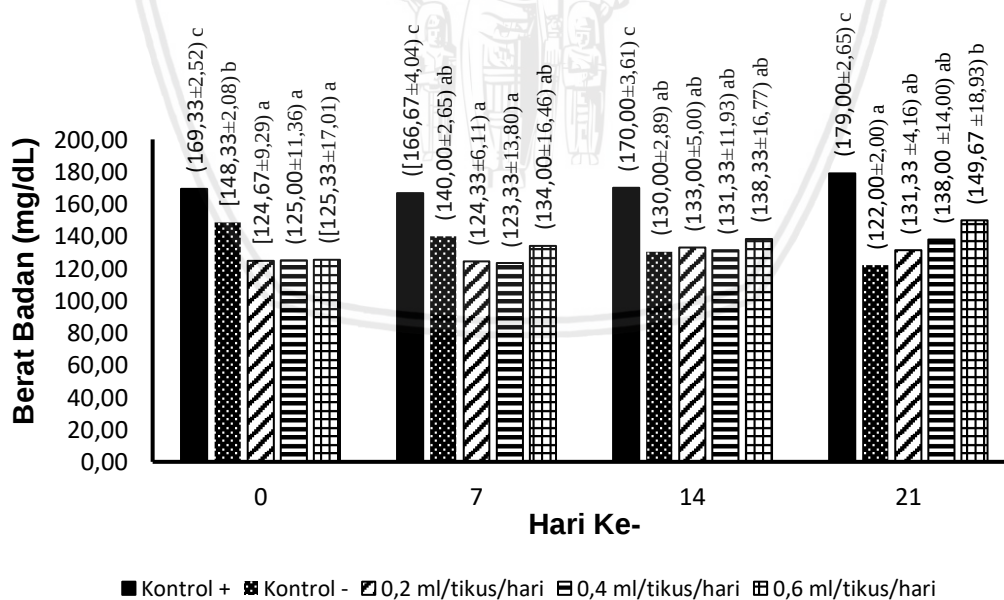
Pada persamaan diatas, (Y) merupakan data glukosa darah normal, sedangkan (X) merupakan waktu kapan tikus diabetes akan sembuh. Jika (Y) pada persamaan regresi tersebut dimasukkan kadar glukosa darah normal, maka akan diketahui waktu kapan tikus diabetes akan sembuh. Kadar glukosa darah normal (Y) tiap perlakuan dapat diketahui pada Tabel 7, sehingga masing-masing dari perlakuan tersebut akan diketahui waktu kapan sembuhnya. 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 buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) terhadap kadar glukosa darah tikus dapat dilihat pada Lampiran 4.

Untuk tikus perlakuan K(+) dengan menggunakan obat *glibenclamide* yaitu $y = -6,0857x + 227,4$ diketahui bahwa nilai glukosa darah normal ($85,33 \pm 0,58$) akan didapatkan pada hari ke-22, pada tikus dengan pemberian cuka buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dosis 0,2 ml/tikus/hari yaitu $y = -5,1476x + 225,63$ akan didapatkan pada hari ke-26, pada tikus dengan dosis 0,4 ml/tikus/hari yaitu $y = -5,8048x + 209,03$ akan didapatkan pada hari ke-21, dan pada tikus dengan pemberian cuka buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dosis 0,6 ml/tikus/hari yaitu $y = -6,3238x + 211,83$ akan didapatkan pada hari ke-20.

4.3.2 Berat Badan

Perubahan berat badan pada tikus pada penelitian ini diamati selama 21 hari pada hari ke 0, 7, 14, 21. Pengukuran berat badan pada tikus setelah pemberian cuka buah kupas mangrove pedada adalah bertujuan untuk mengetahui perkembangan berat badan tikus selama penelitian serta mengetahui pengaruh pemberian cuka buah kupas mangrove pedada terhadap berat badan tikus.

Hasil ANOVA data berat badan tikus (Lampiran 5) menunjukkan bahwa perlakuan dosis berpengaruh nyata terhadap berat badan tikus ($p < 0,05$), sedangkan perlakuan lama hari pengamatan serta interaksi keduanya tidak memberikan pengaruh nyata terhadap berat badan tikus ($p > 0,05$). Hasil uji lanjut dengan Duncan dan histogram rerata berat badan tikus dapat dilihat pada Gambar 11.



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

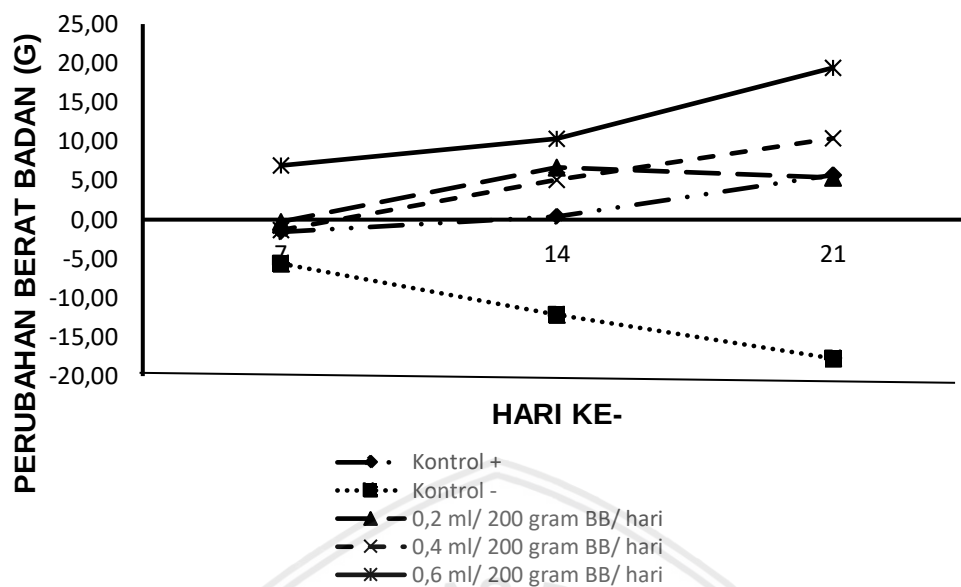
Gambar 11. Histogram berat badan tikus selama 21 hari

Dari Gambar 11, hasil uji lanjut dengan menggunakan uji Duncan didapatkan hasil pemberian perlakuan memberikan pengaruh yang nyata dengan

dosis yang diberikan terhadap perubahan berat badan tikus. Dari hasil uji Duncan menunjukkan bahwa pada perlakuan kontrol (+), dosis 0,2 ml/tikus/hari, 0,4 ml/tikus/ hari, dan 0,6 ml/tikus/hari cenderung mengalami kenaikan terhadap berat badan tikus, tetapi berbeda dengan perlakuan kontrol (-) yang 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. Berat badan rata-rata tikus pada Gambar 8 bila dibandingkan dengan penelitian Lailani *et al.*(2013), pada umur 2 - 3 bulan berat tikus wistar jantan berkisar antara 100 – 200 gram.

Berdasarkan hasil penelitian, berat badan tikus jika dibandingkan dengan penelitian Lailani *et al.*(2013) berat rata-rata tikus jantan wistar ini sebanding. Berat rata-rata hewan tidak terlalu terdapat perbedaan yang nyata karena kualitas makanan masih diperhatikan. Pada pemeliharaan hewan coba harus dipenuhi ketersediaan makanan dengan kualitas yang baik sehingga kenaikan berat badan tidak jauh berbeda pada umur yang sama.

Untuk mengetahui besarnya pengaruh pemberian cuka buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) terhadap berat badan tikus, maka dilakukan perhitungan persentase perubahan berat badan tikus . Grafik persen perubahan berat badan tikus dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik persen perubahan berat badan tikus selama 21 hari

Pada Gambar 12, dapat diketahui presentase (%) perubahan berat badan tikus dari hari ke- 0 sampai hari ke- 21. Pertumbuhan berat badan tikus paling pesat terdapat pada perlakuan dosis 0,6 ml/ tikus/hari. Pada perlakuan kontrol (+) yaitu pemberian obat *glibenclamide* 0,09 mg/tikus/hari, serta perlakuan pemberian cuka buah kupas 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. Sedangkan pada kontrol (-), didapatkan hasil yang berbanding terbalik pada pengamatan hari ke- 7, ke- 14, ke- 21, hal itu disebabkan karena adanya berat badan yang terus menurun pada seluruh hari pengamatan.

Terjadinya penurunan bobot badan pada kelompok tikus positif diabetes mellitus 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

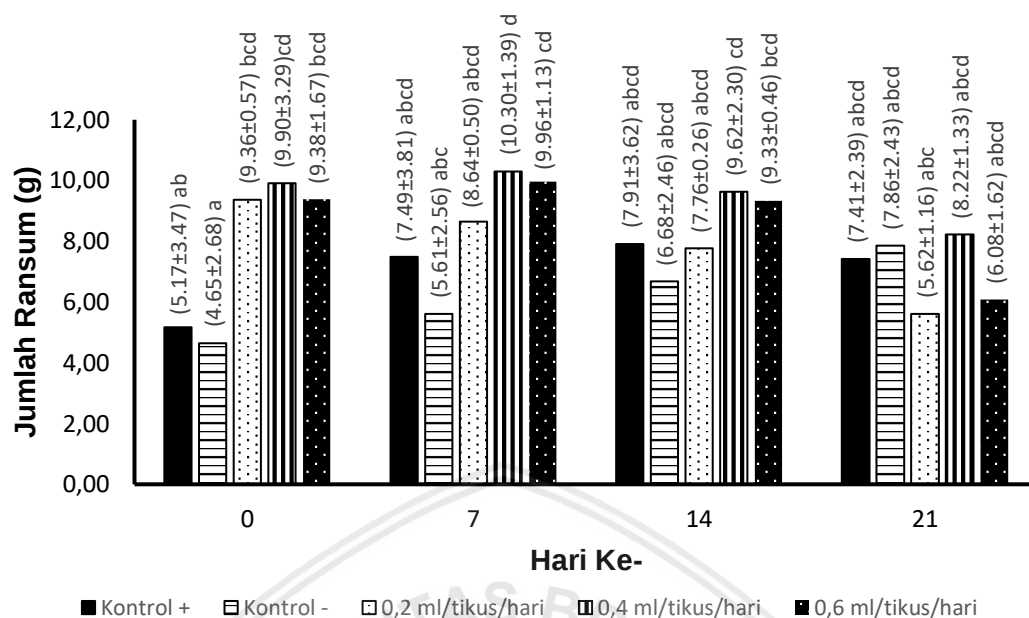
dimobilisasi dan didegradasi melalui proses beta oksidasi untuk menghasilkan energi. Kehilangan lemak menyebabkan bobot badan menurun. Kehilangan bobot badan merupakan salah satu karakteristik diabetes mellitus. Walaupun kadar glukosa dalam darah tinggi tetapi sel tidak dapat memanfaatkan glukosa dalam darah sehingga untuk mempertahankan kehidupannya sumber tenaga diambil dari otot ataupun hati melalui proses glukoneogenesis sehingga keadaan ini yang menyebabkan bobot badan menurun (Puspati *et,al.*, 2013).

Berdasarkan data diatas, berat badan tikus sejak awal pengamatan hingga akhir perlakuan mengalami peningkatan dan penurunan yang bervariasi. Peningkatan berat badan terbesar terdapat pada perlakuan pemberian cuka buah kupas mangrove pedada pada dosis 0,6 ml/ tikus/hari. Hal ini menunjukkan pada dosis ini mampu menurunkan kadar glukosa darah yang lebih efisien dibanding dosis yang lain. Pada dosis ini berat badan tikus mengalami perkembangan paling pesat. Hal ini dikarenakan pada dosis 0,6 ml/tikus/hari merupakan dosis yang efisien terhadap penyembuhan tikus diabetes, ditandai dengan bertambahnya nafsu makan tikus karena makanan yang dikonsumsi dapat diserap kedalam tubuh tikus dan sistem metabolismenya yang kembali normal sehingga berat badan tikus bertambah lebih besar. Hal ini menunjukkan bahwa pada dosis 0,6 ml/ tikus/hari mampu menurunkan kadar glukosa darah yang lebih besar dan lebih efisien dibandingkan dosis yang lain, sehingga berat badan tikus meningkat setiap hari pengamatan dan pada perlakuan ini tikus lebih cepat sembuh. Menurut Puspati *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, tikus diberikan 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. Menurut Permana (2010), kebutuhan pakan pada tikus wistar 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 pakan tikus (Lampiran 6) menunjukkan bahwa perlakuan pemberian dosis berpengaruh nyata terhadap jumlah ransum yang dikonsumsi tikus atau ($p < 0,05$). Pada perlakuan lama pemberian dan interaksi keduanya (pemberian dosis dan lama pemberian) tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap jumlah ransum yang dikonsumsi tikus. Histogram hasil uji lanjut dengan metode Duncan dan rata-rata jumlah ransum yang dikonsumsi dapat dilihat pada Gambar 13.

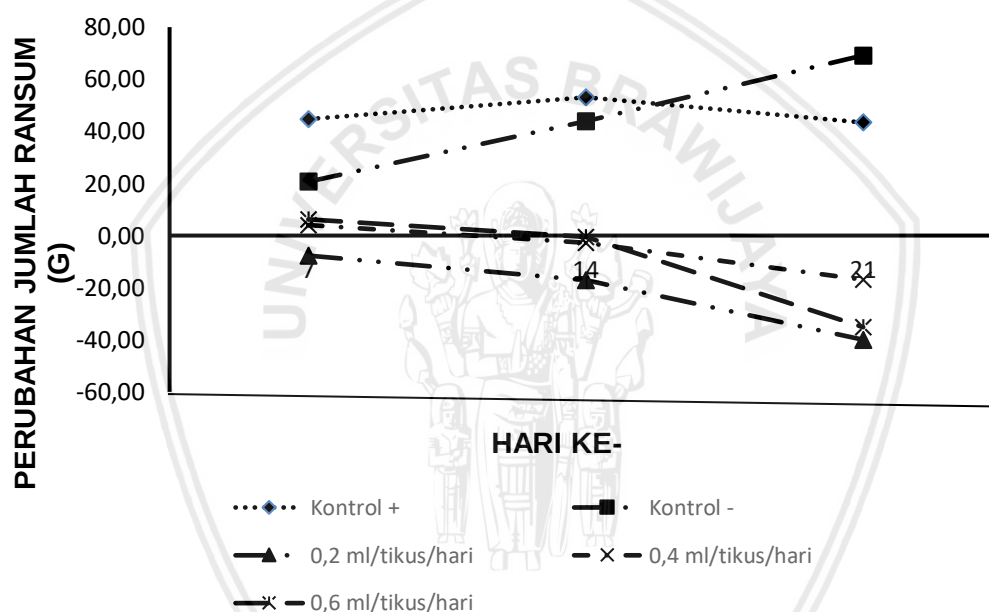


Keterangan: Notasi huruf diatas menunjukkan beda nyata pada ($p < 0,05$)
Gambar 13. Histogram konsumsi ransum tikus selama 21 hari.

Pada Gambar 13, diketahui bahwa konsumsi ransum pada hari ke-0, hari ke-7, hari ke-14, dan hari ke-21 mengalami kenaikan dan penurunan. Pada tikus perlakuan kontrol (-) mengalami kenaikan mulai hari ke-0. Rata-rata konsumsi ransum terbesar pada hari ke- 0 terdapat pada perlakuan 0,4 ml/tikus/hari yaitu 9,90 gram, sedangkan konsumsi terkecil yaitu pada kontrol (-) sebesar 4,65 gram. Rata- rata konsumsi ransum terbesar pada hari ke- 21 terdapat pada perlakuan dosis 0,4 ml/tikus/hari sebesar 8,22 gram, sedangkan konsumsi terkecil yaitu pada dosis 0,2 ml/tikus/hari sebesar 5,62 gram. Naik turunnya konsumsi ransum dipengaruhi oleh kadar glukosa darah tikus. Kondisi tubuh tikus dengan kadar glukosa darah tinggi (sakit) akan menaikkan nafsu makan karena makanan tidak terserap dalam metabolisme tubuh tikus sehingga tikus selalu merasa lapar. Sedangkan tikus dengan kadar glukosa darah normal (sehat) akan lebih cepat kenyang karena makanan dapat terserap dalam metabolisme tubuh. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis cuka buah kupas mangrove yang diberikan dapat menurunkan glukosa darah tikus

ditunjukkan dengan konsumsi ransum yang berkurang. Konsumsi ransum pada tikus normal menurut Hartoyo *et al* (2011), yaitu jumlah ransum yang dikonsumsi hewan coba tikus jenis *Rattus novergicus* berkelamin jantan berkelamin jantan yang berumur kurang dari 2 bulan dalam kondisi normal sebesar 11,20 gram.

Pada penelitian ini besarnya pengaruh perlakuan terhadap jumlah ransum yang dikonsumsi dapat dilakukan perhitungan prtesentase perubahan berat ransum (Lampiran 6). Grafik persen perubahan berat ransum dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Grafik persen perubahan ransum tikus selama 21 hari.

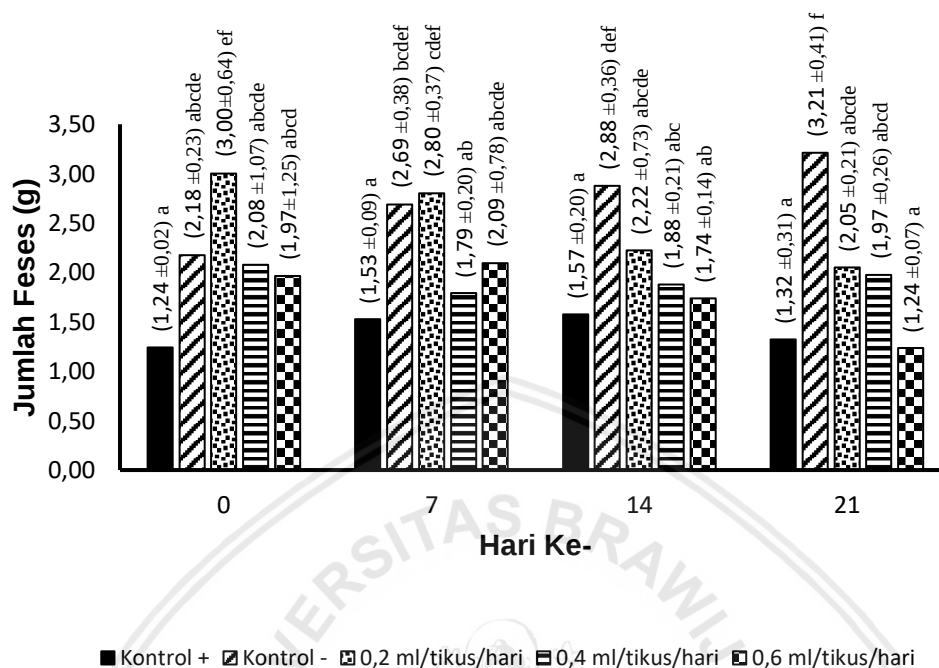
Pada Gambar 14, persentase perubahan jumlah pakan yang dikonsumsi dari hari ke-0 hingga hari ke-21 cenderung tidak mengalami perubahan yang signifikan. Dari perhitungan yang telah dilakukan, terdapat nilai negatif yang berarti jumlah ransum yang dikonsumsi tikus mengalami penurunan dan terdapat nilai positif yang berarti jumlah ransum yang dikonsumsi tikus mengalami kenaikan pada hari ke-7. Hal ini dikarenakan cuka buah kupas 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 Berat Feses

Pada penelitian ini, berat feses tikus diamati dan ditimbang setiap pagi menggunakan timbangan analitik. Feses tikus dihitung bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian cuka buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) terhadap banyaknya feses yang dikeluarkan oleh tikus setiap harinya.

Hasil ANOVA data berat feses tikus (Lampiran 7) menunjukkan bahwa perlakuan dosis berpengaruh nyata terhadap berat feses tikus ($p < 0,05$). Namun perlakuan lama hari pengamatan serta interaksi keduanya tidak memberikan pengaruh nyata terhadap berat feses tikus ($p > 0,05$). Hasil uji lanjut dengan uji Duncan serta berat feses dapat dilihat pada Gambar 15.



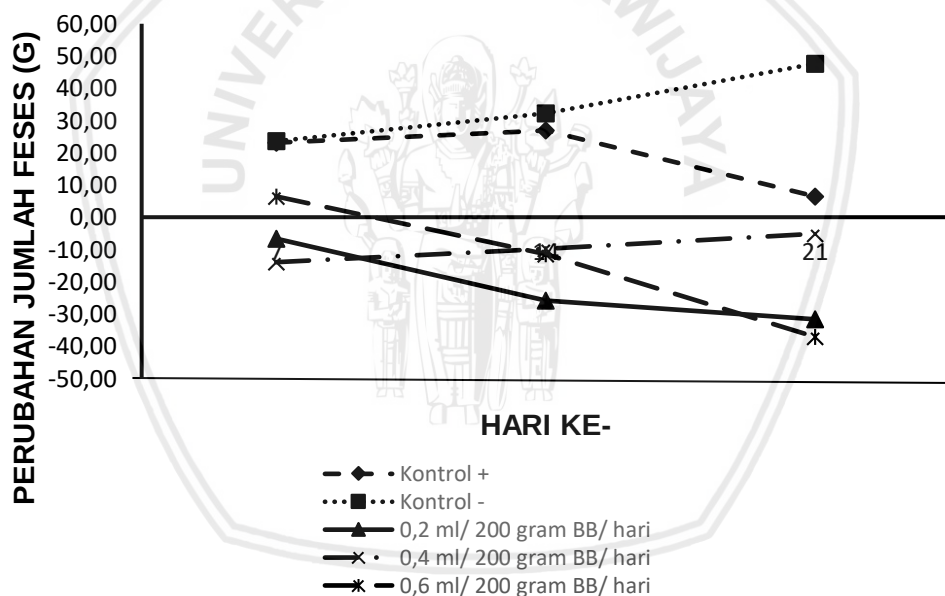
Gambar 15. Grafik persen perubahan berat feses tikus selama 21 hari

Pada Gambar 15 berdasarkan uji lanjut menggunakan Duncan, pemberian cuka buah kupas mangrove pedada memberikan pengaruh yang nyata terhadap dosis perlakuan. Adanya penurunan berat feses pada hari ke 21 yang cukup signifikan dikarenakan keadaan tikus yang sudah kembali normal. Rata-rata 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 1,24 gram. Sedangkan pada kontrol(-) cenderung mengalami kenaikan dari hari ke-0 sebesar 3,00 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 buah kupas mangrove yang diberikan.

Ransum yang dikonsumsi akan mempengaruhi banyaknya feses yang dikeluarkan tikus tiap harinya.

Berat basah feses menurut Amalia (2014), diperoleh hasil pada tikus normal pada hari ke-1 sebesar 5,7 gram dan pada hari ke-15 sebesar 3,1 gram. Menurut Kasmidjo (1991), produksi feses dipengaruhi oleh jenis pakan, umur ternak, kondisi pengumpulan feses, cara pemeliharaan dan faktor lingkungan.

Untuk mengetahui besarnya pengaruh pemberian cuka buah kupas mangrove pedada terhadap perubahan berat feses, dilakukan perhitungan persentase perubahan berat feses (Lampiran 7). Grafik persen perubahan berat feses dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Grafik persen perubahan berat feses tikus selama 21 hari

Pada Gambar 16 diatas dapat dilihat persentase perubahan berat feses paling tinggi terdapat pada perlakuan kontrol (-) yaitu sebesar 23,58 % menjadi 47,63% pada hari ke-21. Sedangkan penurunan terendah pada perlakuan dosis 0,6 ml/tikus/ hari yaitu pada hari pertama sebesar 6,44% menjadi -37,12% pada hari ke 21. Hal ini terjadi karena pada dosis ini merupakan dosis yang paling baik dalam penyembuhan diabetes sehingga penyerapan makanan jadi lebih optimal

sehingga berat feses berkurang yang menandakan kondisi tikus mulai membaik. Perbedaan perubahan berat feses tikus ini dipengaruhi oleh berat ransum yang dikonsumsi, dosis cuka buah kupas 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.

- Hubungan antara glukosa darah, berat badan, jumlah ransum, dan berat feses

Penambahan cuka buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) terbukti dapat mempengaruhi kadar glukosa darah, berat badan, jumlah ransum yang dikonsumsi, dan feses pada tikus wistar diabetes melitus. Semakin tinggi kadar glukosa darah, maka berat badan akan semakin menurun, dilihat dari berat badan normal. Menurut Zubaidah dan Izzati (2015), hal ini disebabkan oleh pengaruh dari perlakuan yang diberikan serta perbedaan intake energi yang dihasilkan dari masing-masing perlakuan. Asam asetat yang terkandung dalam cuka buah memberikan pengaruh terhadap kontrol glukosa darah dengan cara mempengaruhi laju pengosongan lambung. Konsumsi asam asetat yang terkandung dalam cuka dapat memperpanjang rasa kenyang. Adanya rasa kenyang ini akan memperlambat respon metabolisme dalam tubuh sehingga akan meningkatkan respon atau sensitifitas insulin dalam merubah glukosa menjadi energi. Senyawa flavonoid yang bermanfaat pada DM adalah melalui kemampuannya untuk menghindari absorpsi glukosa atau memperbaiki toleransi glukosa. 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 signaling insulin.

4.4 Uji Toksisitas (LC₅₀)

Pengujian toksisitas dilakukan untuk mengetahui apakah cuka buah kupas 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 LC₅₀ dari tiap cuka buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) diperoleh dari hasil perhitungan log konsentrasi terhadap nilai probit. Nilai LC₅₀ 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 LC₅₀ pada cuka buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) yang diperoleh yaitu sebesar 1229,01 ppm. Dengan hasil nilai LC₅₀ tersebut menunjukkan bahwa cuka buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dinyatakan bersifat tidak toksik. Hal ini sesuai dengan pernyataan Muaja *et al.*(2013), bahwa suatu ekstrak menunjukkan aktivitas ketoksikan dalam uji toksisitas jika ekstrak dapat menyebabkan kematian 50% hewan uji pada konsentrasi < 1000 ppm.

5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

- Pemberian cuka buah kupas 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 buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) yang terbaik dalam menurunkan kadar glukosa darah, dimana pada dosis ini kadar glukosa darah tikus wistar mencapai kadar normal tercepat dibanding dengan perlakuan kontrol (+) dengan menggunakan obat *glibenclamide*.

5.2 Saran

- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dalam penurunan glukosa darah mengenai dosis lain pada cuka buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*).
- Perlu dilakukan uji tentang senyawa spesifik dari cuka buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) yang berperan dalam penurunan glukosa darah.
- Pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan lama waktu penelitian lebih dari 21 hari untuk mengetahui pengaruh pemberian cuka buah kupas mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dalam jangka waktu panjang terhadap penurunan kadar glukosa darah.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriyanto, A. A., dan Rahmayuni. 2016. Pengaruh penambahan karaginan terhadap mutu permen jelly dari buah pedada (*Sonneratia caseolaris*). *Jom 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.
- Atiqoh,H., R.S. Wardani., W. Meikiawati. 2011. Uji Antidiabetik Infusa Kelopak Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* linn.) Pada Tikus Putih Jantan Galur Wistar Yang Diinduksi Glukosa. *Jurnal KasehatMaxy Indomes*. **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. 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.
- Dyasis. 2016. *Fluid stable diagnostic systems international glucose FS*. Kit Glucose FS. Page 30.
- Fatimah, R. N. 2015. Diabetes mellitus tipe 2. *J Majority*, **4**(5):93-101.
- Google Image. 2018. Mangrove *sonneratia alba*. Di akses pada tanggal 11 Desember 2018, Pukul 03.00 WIB.
- 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.

- Hardoko. 2006. Pengaruh konsumsi kappa- karagenan terhadap glukosa darah tikus wistar (*Ratus novergicus*) diabetes. *Jurnal Teknik dan Industri Pangan*. **19**(2):67-75
- Hartoyo, A., D. Muchtadi., M. Astawan., Dahrulsyah., dan A. Winarto. 2011. *Pengaruh Ekstrak Protein Kacang Komak (Lablab Purpureus (L.)Sweet) Pada Kadar Glukosa dan Profil Lipida Serum Tikus Diabetes*. *Jurnal Teknol. Dan Industri Pangan*. **22**(1): 58-63
- Hasanah, A. 2015. Efek jus bawang bombay (*Allium cepa linn.*) terhadap motilitas spermatozoa mencit yang diinduksi streptozotocin (stz). *Ejournal UMM*. **11** (2) : 92 – 101
- 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.
- Jacoeb, A.M., Pipih, S., Zahidah.2013. Komposisi kimia, komponen bioaktif dan aktivitas antioksidan buah lindur (*Bruguiera gymnorhiza*). *JPHPI*. **16**(1): 86-94.
- 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.
- 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. Teakanan 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.
- 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.
- Novrial, D., H. Sulistyo., 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.
- Paputungan, Z., D. Wonggo dan B. E. Kaseger. 2017. Uji Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Buah Mangrove *Sonneratia alba* di Desa Nuuk Kecamatan Pinolosian Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan. Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan. **5**(3): 190-195.
- Permana, Z. 2010. Konsumsi, Kecernaan Dan Performa Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Yang Diberi Ransum Disuplementasi Biomineral Cairan Rumen. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Pratiwi, A. 2015. Pengaruh pemberian formula enternal berbahan dasar labu kuning (*Curcubita moschata*) terhadap albumin serum pada tikus diabetes melitus. *Skripsi*. Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Semarang.
- 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.
- Puspayanti, N. M., H. A. T. Tellu dan S. M. Suleman. 2013. Jenis-jenis Parigi Moutong dan Pengembangannya sebagai Media Pembelajaran. *E-Jipbiol*. **1**(3): 1-9.
- Putri, T.U. 2014. Uji aktivitas antioksidan ekstrak daun bayur elang (*Pterospermum diversifolium*) dengan metode DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) dan identifikasi metabolit sekunder pada fraksi aktif. *Skripsi*. Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan, Universitas Bengkulu, Bengkulu
- Reeves, G.P., F.H.Nielse., dan G.C. Fahey. 2015. AIN-93 purifield diets for laboratory rodents: final report of the american institute of nutrition Ad HOC writing comitte on the reformulation of the AIN-76a Rodent diet. *The Journal Of Nutrition*. University of Illinois. Urbana. 1939 – 1950.
- Retno, D. T., dan W. Nuri. 2011. Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan”. ISSN 1693 – 4393: 1-7.
- Rizki, P.R. 2014. Pengaruh pemberian teh herbal berbasis daun cincau hijau (*Premna oblongifolia*.Merr) dan kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) terhadap glukosa darah dan profil lipid tikus wistar jantan yang di induksi aloksan. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Ruslia, N. Y., Khazali M. dan Suryadipura I N. N. 2006. *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. Jakarta: Swadaya.
- Saparinto. 2007. *Pendayagunaan Ekosistem Mangrove*. Dahara Prize. Semarang.

- Sugiono. 2011. *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif dan r&d*. Bandung: Alfabeta. 380 hlm.
- Sugiwati, S. 2005. Aktivitas Antihiperglikemik dari Ekstrak Buah Mahkota Dewa [Phaleria Macrocarpa (Scheff.) Boerl.] Sebagai Inhibitor Alfa-Glukosidase In Vitro Dan In Vivo Pada Tikus Putih. *Skripsi*.
- Unzilarimbi, A. 2012. Karakteristik Antosianin Ketan Hitam (Oryza sativa glutinuous) Hasil Ekstraksi Menggunakan Metode Ultrasonic Bath pada Berbagai Variasi Proses Pengolahan. *Skripsi*. Malang: Jurusan THP FTP Universitas Brawijaya Malang.
- Widowati, W. 2008. Potensi Antioksidan sebagai Antidiabetes. *JKM*. **7**(2). 20 – 25.
- 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.
- Zubaidah, 2016. Pengaruh Pemberian Cuka Apel dan Cuka Salak terhadap Kadar Glukosa Darah Tikus Wistar yang Diberi Diet Tinggi Gula. *Jurnal Teknologi Pertanian*. **12**(3): 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

Lampiran 1. Keterangan Kelaikan Etik Penelitian



**KOMISI ETIK PENELITIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**KETERANGAN KELAIKAN ETIK
"ETHICAL CLEARENCE"**

No: 1100-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 BUAH MANGROVE
PEDADA (*Sonneratia alba*) TERHADAP KADAR
GLUKOSA DARAH TIKUS WISTAR PUTIH (*Rattus
norvegicus*) DIABETES MELLITUS

PENELITI : SITASYA LOLITA SALSABIL

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 buah kupas 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 : 45/Lab. Gizi/2019
Sampel : Daging Buah (tanpa kulit)
Pengirim : Sitasya Lolita Salsabil
Alamat : FPIK UB Malang
Diterima tanggal : 18 Februari 2019
Selesai dikerjakan tanggal : 25 Pebruari 2019

HASIL UJI

Kode Sampel	Hasil
Total Fenol (mgGAE/100ml)	228,3
Total Flavon (mgQE/100ml)	114,25
IC50 (ppm)	126,96

Surabaya, 25 Pebruari 2019

Teknisi



Evy Arlianti, 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 : Sitasya Lolita Salsabil

NIM : 155080301111001

Mahasiswa : S1/S2/S3*)

Fakultas/Prodi/Jur. : FPIK/Tek. Hasil Pertanian

Universitas/PT : Brawijaya Malang

Pada tanggal : 18 Februari sd 23 Maret 2019

Telah melakukan penelitian terhadap hewan coba dengan judul

"Pengaruh Pemberian Cuka Daging 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 buah kupas Mangrove (<i>Sonneratia alba</i>)	Cuka 0,2	1	236	188	148	127
		2	232	176	136	122
		3	235	182	144	133
	Cuka 0,4	1	224	154	117	106
		2	226	154	114	102
		3	223	150	109	98
	Cuka 0,6	1	230	149	105	96
		2	231	152	107	95
		3	228	150	111	98

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 buah kupas Mangrove (<i>Sonneratia alba</i>)	Cuka 0,2	-22,33	-39,12	-45,66
	Cuka 0,4	-31,95	-49,48	-54,53
	Cuka 0,6	-34,54	-53,12	-58,06

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

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

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

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	176790,183 ^a	19	9304,746	865,558	,000
Intercept	1801626,817	1	1801626,817	167593,192	,000
Perlakuan_A	66837,100	4	16709,275	1554,351	,000
Perlakuan_B	74610,183	3	24870,061	2313,494	,000
Perlakuan_A *	35342,900	12	2945,242	273,976	,000
Perlakuan_B					
Error	430,000	40	10,750		
Total	1978847,000	60			
Corrected Total	177220,183	59			

a. R Squared = .998 (Adjusted R Squared = .996)

D. Tabel Duncan (Hari Pengamatan)

Hasil (Waktu/Lama Hari)

Duncan^{a,b}

Lama Pemberian	N	Subset				Notasi
		1	2	3	4	
21	15	135,8000				a
14	15		148,4667			b
7	15			181,9333		c
0	15				226,9333	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) = 10.750.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.

b. Alpha = ,05.

E. Tabel Duncan (Dosis Perlakuan)

Hasil (Dosis)

Duncan^{a,b}

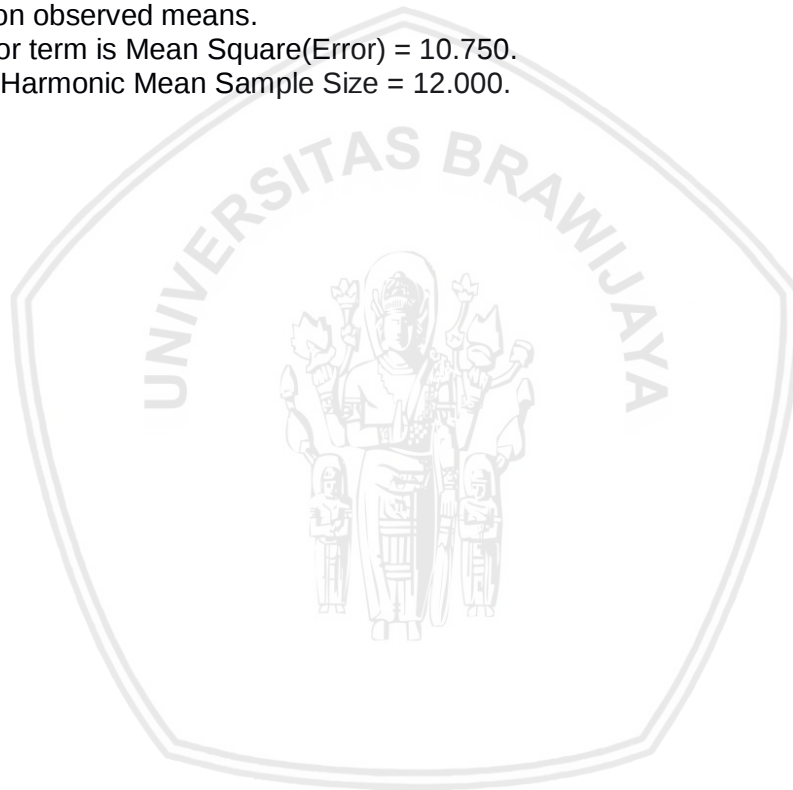
Dosis	N	Subset				Notasi
		1	2	3	4	
0.6	12	146,0000				a
0.4	12	148,0833				a
K+	12		163,5000			b
0.2	12			171,5833		c
K-	12				237,2500	d
Sig.		,127	1,000	1,000	1,000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 10.750.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12.000.



Hasil

Duncan

Interaksi	N	Subset for alpha = 0.05														Notasi
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
0.6*21	3	96,3333														a
K+21	3	100,6667														a
0.4*21	3	102,0000														a
0.6*14	3		107,6667													b
0.4*14	3			113,3333												c
0.2*21	3				127,3333											d
K+14	3					136,6667										e
0.2*14	3						142,6667									f
0.6*7	3							150,3333								g
0.4*7	3							152,6667								g
0.2*7	3								182,0000							h
K+7	3									192,6667						i
K-0	3										222,3333					j
K+0	3										224,0000	224,0000				jk
0.4*0	3										224,3333	224,3333				jk
0.6*0	3											229,6667	229,6667			kl
K-7	3												232,0000			l
0.2*0	3												234,3333			l
K-14	3													242,0000		m
K-21	3														252,6667	n
Sig.		,051	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	,389	1,000	1,000	,487	,051	,107	1,000	1,000	

Means for group in homogeneous subsets are displayed

F. Perhitungan Regresi Data Glukosa Darah Tikus**1. Kontrol (-)**

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

$$87,33 = 1,4429X + 222,1$$

$$X = (1,53 - 1,4429) / 1,4429$$

$$X = -94$$

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

2. Kontrol (+)

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

$$86,33 = -6,0857X + 227,4$$

$$X = (86,33 - 227,4) / (-6,0857)$$

$$X = 22$$

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

3. Dosis 0,2 ml/tikus/hari

$$Y = -5,1476X + 225,63$$

$$89,67 = -5,1476X + 225,63$$

$$X = (89,67 - 225,63) / (-5,1476)$$

$$X = 26$$

Jadi, pada perlakuan 0,2 ml/tikus/hari kadar glukosa darah akan sembuh pada hari ke- 26

4. Dosis 0,4 ml/tikus/hari

$$Y = -5,8048X + 209,03$$

$$83,67 = -5,8048X + 209,03$$

$$X = (83,67 - 209,03) / (-5,8048)$$

$$X = 21$$

Jadi, pada perlakuan 0,4 ml/tikus/hari kadar glukosa darah akan sembuh pada hari ke- 21

5. Dosis 0,6 ml/tikus/hari

$$Y = -6,328X + 212,4$$

$$83,00 = -6,328X + 212,4$$

$$X = (83,00 - 212,4) / (-6,328)$$

$$X = 20$$

Jadi, pada perlakuan 0,6 ml/tikus/hari kadar glukosa darah akan sembuh pada hari ke- 20



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 Kulit Buah Mangrove (<i>Sonneratia alba</i>)	Cuka 0,2	1	129	131	138	136
		2	114	119	128	128
		3	131	123	133	130
	Cuka 0,4	1	138	139	145	154
		2	117	113	123	128
		3	120	118	126	132
	Cuka 0,6	1	106	115	119	128
		2	138	144	149	163
		3	132	143	147	158

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 Kulit Buah Mangrove (<i>Sonneratia alba</i>)	Cuka 0,2	-0,27	6,68	5,35
	Cuka 0,4	-1,33	5,07	10,40
	Cuka 0,6	6,91	10,37	19,41

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

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

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

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	19562,983 ^a	19	1029,631	10,720	,000
Intercept	1159538,017	1	1159538,017	12072,233	,000
Perlakuan_A	16439,233	4	4109,808	42,788	,000
Perlakuan_B	426,317	3	142,106	1,479	,235
Perlakuan_A *	2697,433	12	224,786	2,340	,022
Perlakuan_B					
Error	3842,000	40	96,050		
Total	1182943,000	60			
Corrected Total	23404,983	59			

a. R Squared = ,836 (Adjusted R Squared = ,758)

D. Tabel Duncan (Hari Pengamatan)

Hasil (Waktu/Lama Hari)

Duncan^{a,b}

Lama Pemberian	N	Subset 1	Notasi
7	15	136,3333	A
0	15	136,8000	A
14	15	140,0000	A
21	15	142,9333	A
Sig.		,099	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 96,050.

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

b. Alpha = ,05.

E. Tabel Duncan (Dosis Perlakuan)

Hasil Dosis

Duncan^{a,b}

Dosis	N	Subset			Notasi
		1	2	3	
0.2	12	125,5833			a
0.4	12	128,0833	128,0833		ab
0.6	12		135,0000		b
K-	12		135,1667		b
K+	12			171,2500	c
Sig.		,536	,101	1,000	

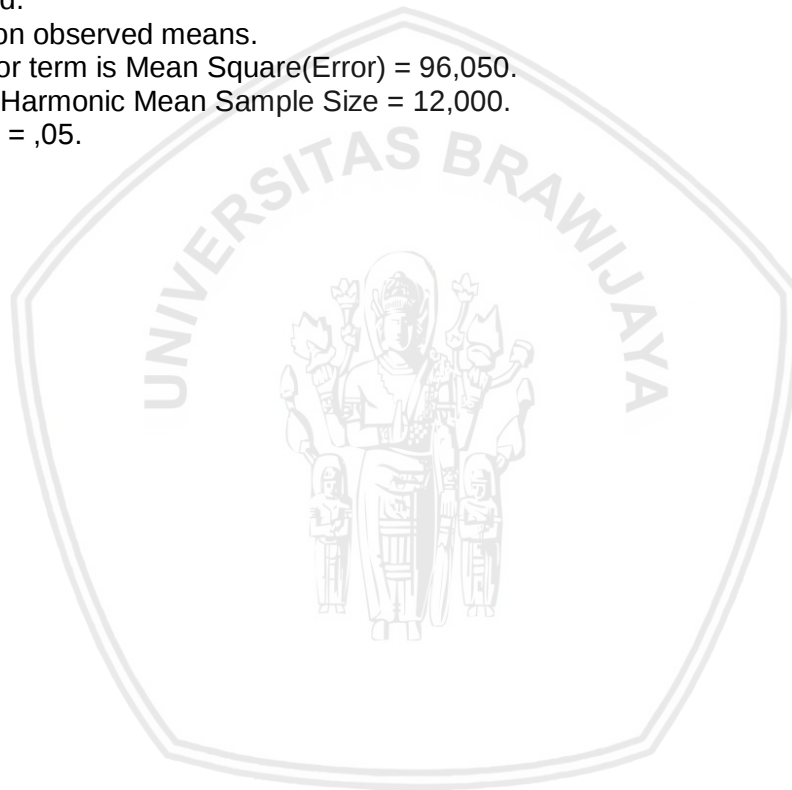
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 96,050.

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

b. Alpha = ,05.



F. Tabel Interaksi Dosis Perlakuan dengan Hari Pengamatan

Hasil

Duncan^a

Interaksi	N	Subset for alpha = 0.05			Notasi
		1	2	3	
K-21	3	122,0000			a
0.4*7	3	123,3333			a
0.2*7	3	124,3333			a
0.2*0	3	124,6667			a
0.4*0	3	125,0000			a
0.6*0	3	125,3333			a
K-14	3	130,3333	130,3333		ab
0.2*21	3	131,3333	131,3333		ab
0.4*14	3	131,3333	131,3333		ab
0.2*14	3	133,0000	133,0000		ab
0.6*7	3	134,0000	134,0000		ab
0.4*21	3	138,0000	138,0000		ab
0.6*14	3	138,3333	138,3333		ab
K-7	3	140,0000	140,0000		ab
K-0	3		148,3333		b
0.6*21	3		149,6667		b
K+7	3			166,6667	c
K+0	3			169,3333	c
K+14	3			170,0000	c
K+21	3			179,0000	c
Sig.		,080	,055	,186	

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 buah kupas Mangrove (<i>Sonneratia alba</i>)	Cuka 0,2	1	9,24	8,08	7,78	6,73
		2	9,98	9,04	8,01	4,41
		3	8,86	8,8	7,5	5,71
	Cuka 0,4	1	10,31	9,95	9,93	9,03
		2	12,97	11,84	11,75	8,95
		3	6,43	9,12	7,19	6,69
	Cuka 0,6	1	7,45	11,2	9,8	4,56
		2	10,45	8,98	8,89	5,89
		3	10,23	9,7	9,3	7,79

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 buah kupas Mangrove (<i>Sonneratia alba</i>)	Cuka 0,2	-7,69	-17,06	-39,99
	Cuka 0,4	4,04	-2,83	-16,96
	Cuka 0,6	6,22	-0,50	-35,16

*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	173,066 ^a	19	9,109	1,829	,054
Intercept	3695,466	1	3695,466	741,995	,000
Perlakuan_A	83,059	4	20,765	4,169	,006
Perlakuan_B	17,332	3	5,777	1,160	,337
Perlakuan_A *	72,676	12	6,056	1,216	,306
Perlakuan_B					
Error	199,218	40	4,980		
Total	4067,751	60			
Corrected Total	372,284	59			

a. R Squared = ,465 (Adjusted R Squared = ,211)

D. Tabel Duncan (Hari Pengamatan)

Jumlah Ransum

Duncan^{a,b}

Lama Pemberian	N	Subset 1	Notasi
21	15	7,0387	A
0	15	7,6913	A
14	15	8,2627	A
7	15	8,3993	A
Sig.		,135	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 4,980.

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

b. Alpha = ,05.

E. Tabel Duncan (Dosis Perlakuan)

Jumlah Ransum

Duncan^{a,b}

Dosis	N	Subset			Notasi
		1	2	3	
K-	12	6,1992			a
K+	12	6,9958	6,9958		ab
0.2	12	7,8450	7,8450	7,8450	abc
0.6	12		8,6867	8,6867	bc
0.4	12			9,5133	c
Sig.		,095	,086	,090	

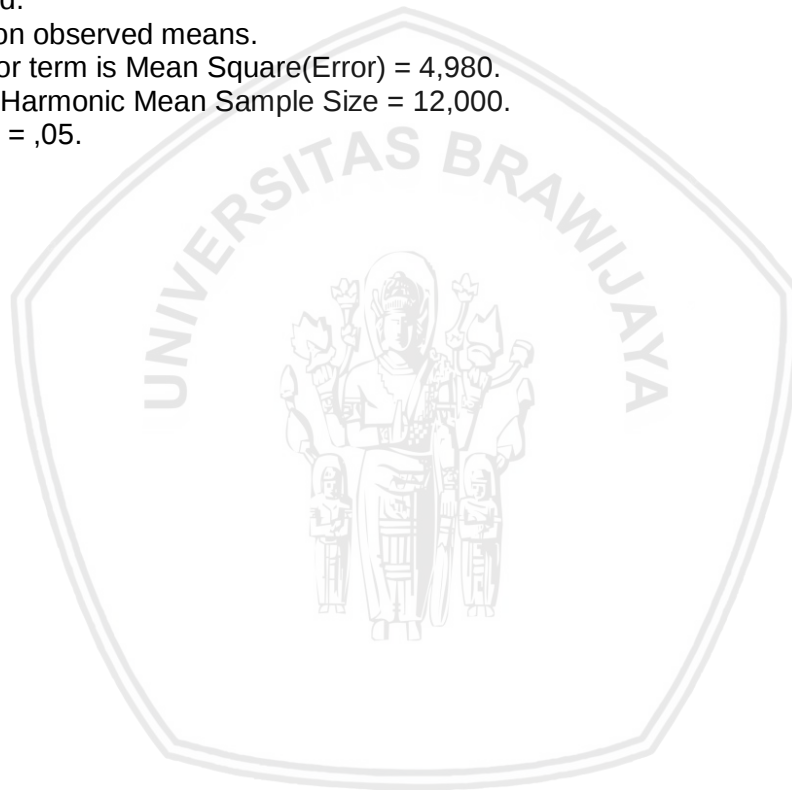
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 4,980.

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

b. Alpha = ,05.



**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
0.2*21	3	5,6167	5,6167	5,6167		abc
0.6*21	3	6,0800	6,0800	6,0800	6,0800	abcd
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
0.2*14	3	7,7633	7,7633	7,7633	7,7633	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
0.4*21	3	8,2233	8,2233	8,2233	8,2233	abcd
0.2*7	3	8,6400	8,6400	8,6400	8,6400	abcd
0.6*14	3		9,3300	9,3300	9,3300	bcd
0.2*0	3		9,3600	9,3600	9,3600	bcd
0.6*0	3		9,3767	9,3767	9,3767	bcd
0.4*14	3			9,6233	9,6233	cd
0.4*0	3			9,9033	9,9033	cd
0.6*7	3			9,9600	9,9600	cd
0.4*7	3				10,3033	d
Sig.		,074	,062	,055	,061	

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 buah kupas Mangrove (<i>Sonneratia alba</i>)	Cuka 0,2	1	2,51	2,58	1,39	2,09
		2	2,77	3,23	2,75	1,82
		3	3,72	2,59	2,53	2,24
	Cuka 0,4	1	2,25	1,58	2,11	2,06
		2	3,05	1,82	1,81	2,18
		3	0,94	1,97	1,71	1,68
	Cuka 0,6	1	1,07	2,89	1,76	1,26
		2	1,44	1,33	1,59	1,29
		3	3,39	2,06	1,87	1,16

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 Kulit Buah Mangrove (<i>Sonneratia alba</i>)	Cuka 0,2	-6,67	-25,89	-31,67
	Cuka 0,4	-13,94	-9,78	-5,13
	Cuka 0,6	6,44	-11,53	-37,12

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

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

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

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

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

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

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	19,525 ^a	19	1,028	3,931	,000
Intercept	257,674	1	257,674	985,714	,000
Perlakuan_A	14,328	4	3,582	13,703	,000
Perlakuan_B	,377	3	,126	,481	,698
Perlakuan_A *	4,820	12	,402	1,537	,151
Perlakuan_B					
Error	10,456	40	,261		
Total	287,655	60			
Corrected Total	29,981	59			

a. R Squared = ,651 (Adjusted R Squared = ,486)

D. Tabel Duncan (Hari Pengamatan)

Hasil

Duncan^{a,b}

Lama Pemberian	N	Subset 1	Notasi
21	15	1,9587	a
14	15	2,0580	a
0	15	2,0927	a
7	15	2,1800	a
Sig.		,288	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,261.

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

b. Alpha = ,05.

E. Tabel Duncan (Dosis Perlakuan)

Hasil

Duncan^{a,b}

Dosis	N	Subset			Notasi
		1	2	3	
K+	12	1,4150			a
0.6	12	1,7592	1,7592		ab
0.4	12		1,9300		b
0.2	12			2,5183	c
K-	12			2,7392	c
Sig.		,107	,418	,296	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,261.

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

b. Alpha = ,05.



F. Tabel Interaksi Dosis Perlakuan dengan Hari Pengamatan

Jumlah Feses

Duncan^a

Interaksi	N	Subset for alpha = 0.05						Notasi
		1	2	3	4	5	6	
0.6*21	3	1,2367						a
K+0	3	1,2400						a
K+21	3	1,3200						a
K+7	3	1,5267						a
K+14	3	1,5733						a
0.6*14	3	1,7400	1,7400					ab
0.4*7	3	1,7900	1,7900					ab
0.4*14	3	1,8767	1,8767	1,8767				abc
0.6*0	3	1,9667	1,9667	1,9667	1,9667			abcd
0.4*21	3	1,9733	1,9733	1,9733	1,9733			abcd
0.2*21	3	2,0500	2,0500	2,0500	2,0500	2,0500		abcde
0.4*0	3	2,0800	2,0800	2,0800	2,0800	2,0800		abcde
0.6*7	3	2,0933	2,0933	2,0933	2,0933	2,0933		abcde
K-0	3	2,1767	2,1767	2,1767	2,1767	2,1767		abcde
0.2*14	3	2,2233	2,2233	2,2233	2,2233	2,2233		abcde
K-7	3		2,6900	2,6900	2,6900	2,6900	2,6900	bcdef
0.2*7	3			2,8000	2,8000	2,8000	2,8000	cdef
K-14	3				2,8767	2,8767	2,8767	def
0.2*0	3					3,0000	3,0000	ef
K-21	3						3,2133	f
Sig.		,056	,061	,067	,071	,058	,273	

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	2	2	3
700 ppm	3	2	3

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

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

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

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

$$600 \text{ ppm} = \frac{2}{10} \times 100 = 20\%$$

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

- 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

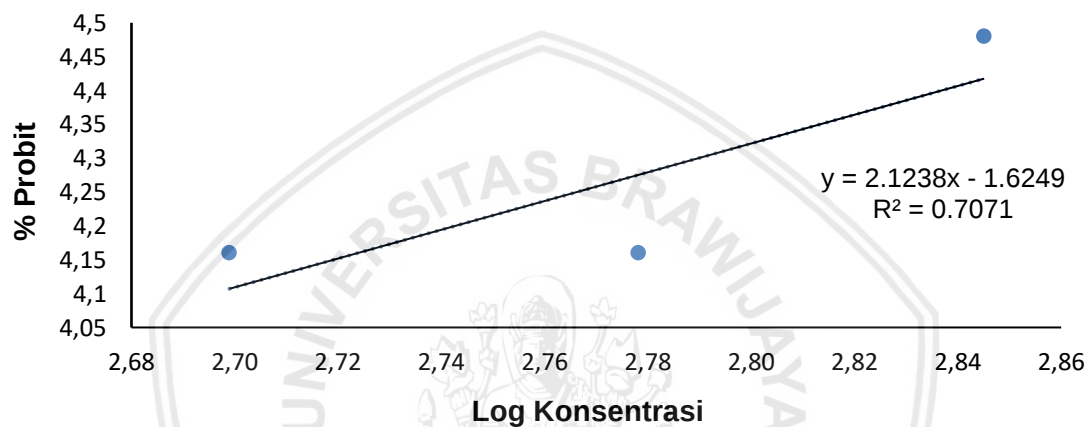
probit mortalitas di bawah ini :

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	0	0	0	-		
500	2	20	2,70	4,16	Y = 2,1238x – 1,6249	1316,31
600	2	20	2,78	4,16		
700	3	30	2,85	4,48		



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

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

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

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

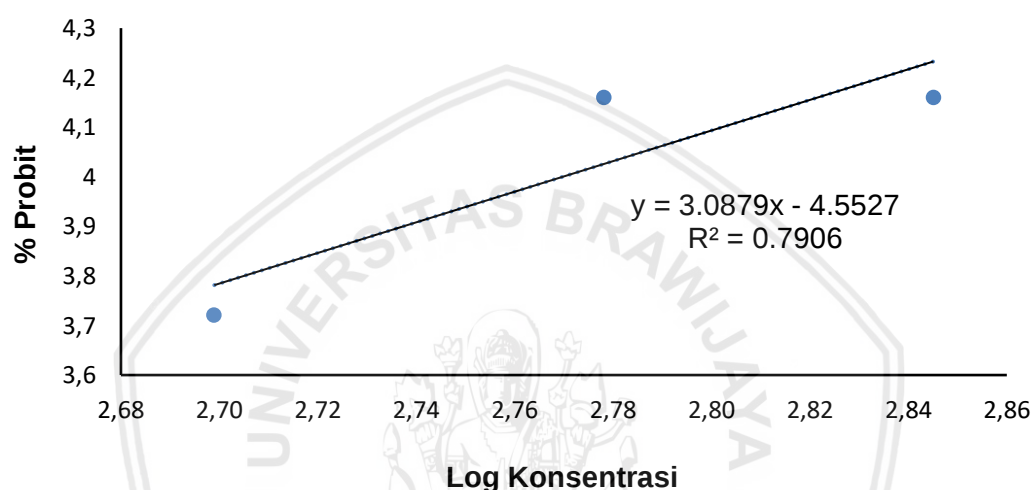
$$X = 3,1193$$

$$\text{Antilog } 3,1193 = 1316,31$$

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

Ulangan 2

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



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

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

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

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

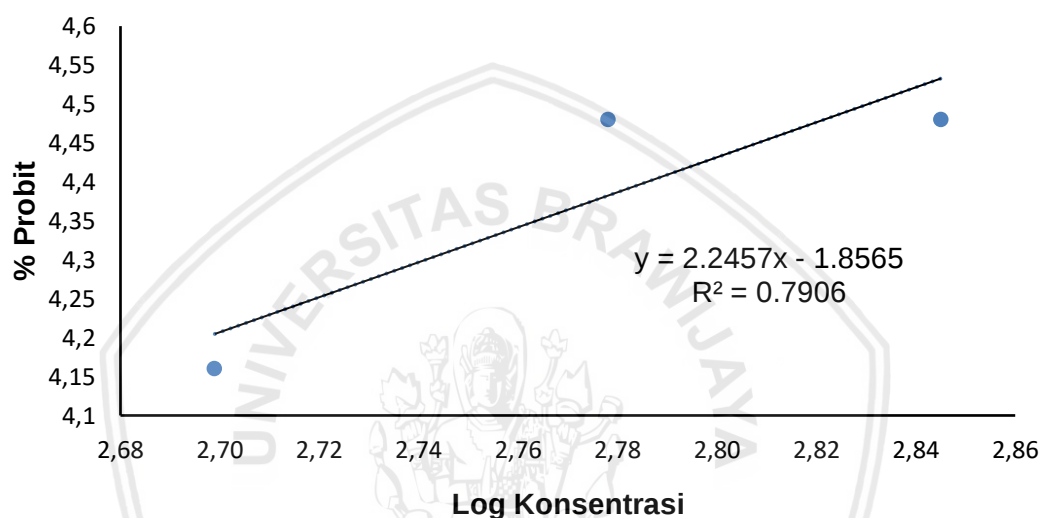
$$X = 3,0935$$

$$\text{Antilog } 3,0935 = 1240,48$$

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

Ulangan 3

Konsentrasi (ppm)	Larva mati	% Mortalitas	Log Kons.	% Probit	Persamaan Regresi	LC ₅₀ (ppm)
0	0	0	0	-		
500	2	20	2,70	4,16	Y = 2,2457x – 1,8565	1130,24
600	3	30	2,78	4,48		
700	3	30	2,85	4,48		



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

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

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

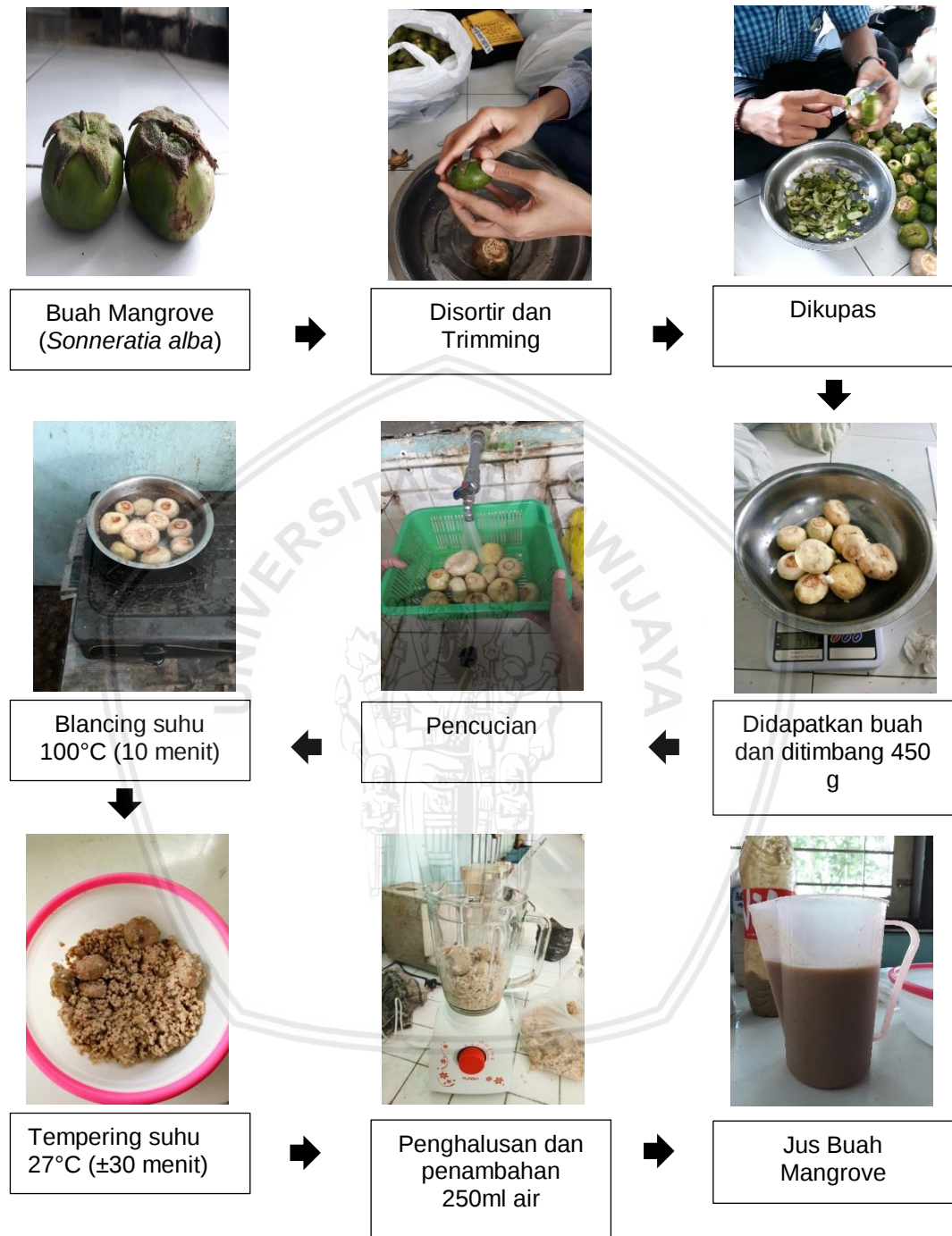
$$X = 6,8565 / 2,2457$$

$$X = 3,0531$$

$$\text{Antilog } 3,0531 = 1130,24$$

$$\text{LC}_{50} = 1130,24 \text{ ppm}$$

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



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

