

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

SKRIPSI

Oleh :
NAZILATURAHMA AZZAHRA
NIM. 155080301111071



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

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

SKRIPSI

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

Oleh :
NAZILATURAHMA AZZAHRA
NIM. 155080301111071



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

SKRIPSI

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

Oleh :

NAZILATURAHMA AZZAHRA
NIM. 155080301111071

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



Mengetahui
Ketua Jurusan Manajemen Sumberdaya
Perairan

Dr. Ir. Muhammad 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 TIM PENGUJI

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

Nama Mahasiswa : NAZILATURAHMA AZZAHRA

NIM : 155080301111071

Program Studi : Teknologi Hasil Perikanan

PENGUJI PEMBIMBING:

Pembimbing 1 : DR. IR. HARDOKO, MS

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING:

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

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

Tanggal Ujian : 5 Juli 2019

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar merupakan hasil karya 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, Januari 2019

Mahasiswa

Nazilaturahma Azzahra
NIM. 155080301111071



UCAPAN TERIMAKASIH

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

1. Allah SWT yang telah berkehendak atas segala kesempatan dan kemudahan yang telah diberikan selama ini.
2. Orang Tua tercinta (Bapak Nono Prasetyono dan Ibu Anis) 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

Nazilaturahma Azzahra. Skripsi. Pengaruh Pemberian Cuka Kelopak Buah Mangrove Pedada (*Sonneratia alba*) Terhadap Kadar Glukosa Darah Tikus Wistar Putih (*Rattus norvegicus*) Diabetes Mellitus (Dibawah Bimbingan **Dr. Ir. Hardoko, MS**).

Diabetes mellitus merupakan suatu penyakit metabolik yang prevalensinya akan meningkat dari tahun ke tahun. Penyakit diabetes mellitus ini ditandai dengan keadaan hiperglikemia kronik disertai berbagai kelainan metabolik akibat kelainan sekresi insulin, penurunan sensitifitas reseptor insulin atau keduanya (Zubaidah dan Nuril 2015). Diabetes mellitus menurut Sinaga (2016), merupakan kelompok heterogenous sindrom yang bersifat multifaktor dan poligenik dengan ditandai oleh kenaikan kadar glukosa darah puasa sebagai akibat dari defisiensi relatif atau absolut hormon insulin. Diabetes terbagi menjadi dua kelompok yaitu DM tipe 1 dan tipe 2. Pengobatan secara kimia pada penderita diabetes melitus akan memberi efek samping seperti terjadinya hipoglikemis, mual, rasa tidak enak di perut, dan anoreksi. Oleh karena itu lebih baik menggunakan pengobatan dengan bahan alami untuk meminimalkan efek samping yang ditimbulkan. Pengobatan dengan bahan alami salah satunya dapat menggunakan tumbuhan dari komoditas mangrove. Namun belum banyak penggunaan kelopak buah mangrove yang diolah menjadi cuka dan digunakan sebagai obat antidiabetes. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh cuka kelopak buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) terhadap penurunan kadar glukosa darah tikus wistar putih (*Rattus norvegicus*) diabetes mellitus. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Keamanan Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang dan Laboratorium Gizi Departemen Gizi Kesehatan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga Surabaya, pada bulan Februari-April 2019.

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan rancangan percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 3 perlakuan 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 obat *glibenclamide* dengan dosis 0,09 mg / tikus/ hari, serta perlakuan kontrol (-) dengan pemberian aloksan dan tanpa pemberian cuka kelopak buah mangrove pedada. 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 *Analisis of Variance* (ANOVA) dan dilanjutkan dengan Uji Duncan.

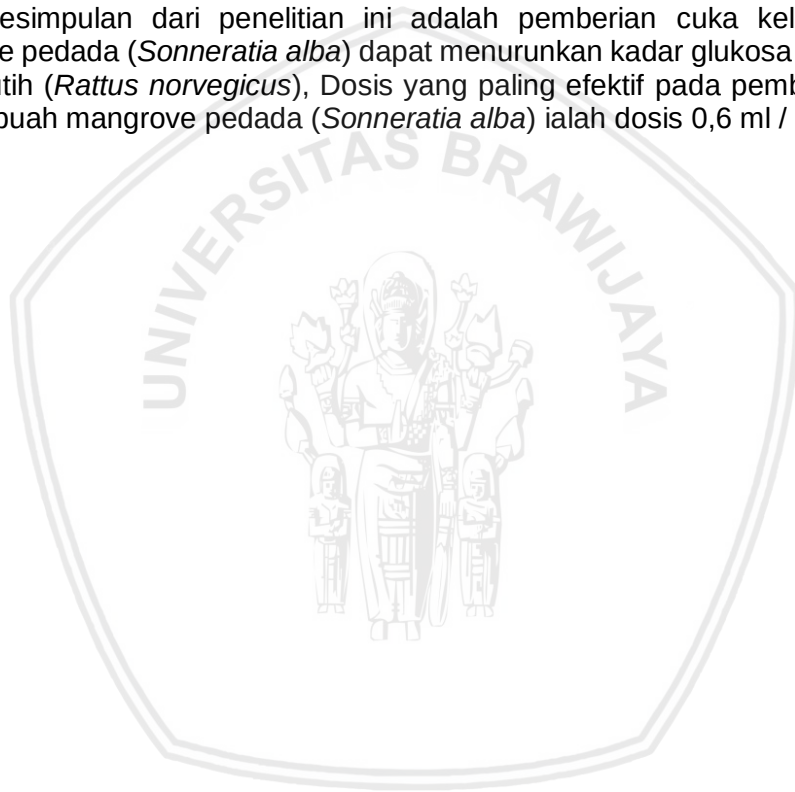
Glukosa darah tikus mengalami penurunan paling signifikan pada perlakuan dosis 0,6 ml / tikus / hari setiap harinya hingga hari ke-21. Kemampuan penurunan glukosa darah tikus pada dosis 0,6 ml / tikus / hari mampu menurunkan kadar glukosa darah tikus secara signifikan dibandingkan dengan dosis yang lain. Pada perlakuan ini juga lebih baik dibandingkan dengan perlakuan kontrol (+).

Pemberian cuka kelopak buah mangrove pedada pada 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 0,2 ml / tikus / hari dan dosis 0,4 ml / tikus / hari.

Pemberian cuka kelopak buah mangrove 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 jumlah feses yang dikeluarkan pada hari ke-21 telah mengalami penurunan yang membuktikan keadaan tikus telah kembali normal. Perbedaan jumlah feses dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya yaitu jumlah pakan yang dikonsumsi dan juga dosis cuka kelopak buah yang diberikan.

Pemberian cuka kelopak buah mangrove perlakuan dosis yang berbeda memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap jumlah ransum yang dikonsumsi, namun pada perlakuan lama hari tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) serta interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah ransum yang dikonsumsi tikus ($p > 0,05$). Nafsu makan pada tikus yang terkena penyakit diabetes melitus akan mengalami peningkatan, dan akan menurun seiring dengan semakin normalnya kadar glukosa darah pada tikus.

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



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 kelopak buah mangrove pedada (*AchanSonneratia 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 penelitian skripsi sampai dengan selesainya penyusunan usulan skripsi ini.
2. Kepada keluarga yang selalu memberikan doa dan dukungan selama penyusunan skripsi ini.
3. Serta seluruh pihak yang telah membantu terselesaikannya 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, 18 Januari 2019

Penyusun

DAFTAR ISI

SKRIPSI	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN ORISINALITAS	viii
UCAPAN TERIMA KASIH	ix
RINGKASAN	x
KATA PENGANTAR	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan.....	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Hipotesis	6
1.6 Waktu dan Tempat Penelitian.....	6
2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Mangrove Pedada (<i>Sonneratia alba</i>)	7
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Mangrove Pedada (<i>Sonneratia alba</i>).....	7
2.1.2 Komposisi Gizi dan Senyawa Bioaktif Mangrove	8
2.2 Kelopak Buah Mangrove Pedada.....	10
2.3 Fermentasi.....	10
2.4 Khamir dan Bakteri yang Berperan dalam Fermentasi Cuka	12
2.5 Cuka Buah	13
2.6 Manfaat Cuka Untuk Kesehatan.....	14
2.7 Diabetes Mellitus.....	15
3. METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Bahan dan Alat Penelitian	18
3.2 Alat Penelitian	19
3.3 Metode Penelitian	21
3.3.1 Perlakuan dan Rancangan Percobaan.....	21
3.3.2 Prosedur Penelitian	24

3.3.2.1	Pembuatan Cuka	24
3.3.2.2	Pembuatan Tikus Diabetes Melitus	30
3.3.2.3	Pemberian Cuka Kelopak Buah Mangrove Pedada (<i>Sonneratia alba</i>) pada Tikus Diabetes Mellitus	33
3.3.3	Parameter yang Diamati	34
3.4	Analisis Data	41
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1	Kandungan Cuka Kelopak Buah Mangrove Pedada (<i>Sonneratia alba</i>) ..	42
4.2	Pengaruh Pemberian Aloksan terhadap Glukosa Darah Tikus Wistar Putih (<i>Ratus novergicus</i>)	45
4.3	Pengaruh Pemberian Cuka Kelopak Buah Mangrove Pedada (<i>Sonneratia alba</i>) Terhadap Glukosa Darah, Berat Badan, Jumlah Ransum, dan Feses Tikus Wistar Hiperglikemia	46
4.3.1	Kadar Glukosa Darah	46
4.3.2	Berat Badan Tikus	54
4.3.3	Jumlah Ransum	57
4.3.4	Berat Feses	61
4.4	Hasil Toksisitas (LC_{50}) Cuka Kelopak Buah Mangrove Pedada	63
5.	KESIMPULAN DAN SARAN	64
	DAFTAR PUSTAKA	66

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komposisi kimia mangrove pedada (<i>Sonneratia alba</i>)	10
Tabel 2. Standar mutu cuka.....	14
Tabel 3. Formulasi ransum	19
Tabel 4. Desain rancangan percobaan	24
Tabel 5. Formulasi cuka kelopak buah mangrove peadada (<i>Sonneratia alba</i>) ...	27
Tabel 6. Kandungan cuka kelopak buah mangrove (<i>Sonneratia alba</i>).....	42
Tabel 7. Kadar glukosa darah tikus wistar putih (<i>Rattus novergicus</i>) sebelum dan sesudah aloksan	46
Tabel 8. Glukosa darah tikus mencapai batas normal	53



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Mangrove pedada (<i>Sonneratia alba</i>).....	7
Gambar 2. Diagram alir pembuatan bubur kelopak buah mangrove pedada (<i>sonneratia alba</i>)	25
Gambar 3. Diagram alir pembuatan cuka kelopak buah mangrove pedada (<i>Sonneratia alba</i>).....	28
Gambar 4. Prosedur pembuatan tikus diabetes.....	31
Gambar 5. Prosedur pemberian cuka kelopak buah mangrove pedada (<i>Sonneratia alba</i>) dan obat glibenclamide pada tikus	33
Gambar 6. Histogram glukosa darah tikus selama 21 hari	47
Gambar 7. Grafik persen perubahan kadar glukosa darah selama 21 hari.....	50
Gambar 8. Grafik regresi kadar glukosa darah.	52
Gambar 9. Histogram berat badan tikus selama 21 hari.	55
Gambar 10. Grafik persen perubahan berat badan tikus selama 21 hari.....	56
Gambar 11. Histogram konsumsi ransum tikus selama 21 hari.	58
Gambar 12. Grafik persen perubahan ransum tikus selama 21 hari.	60
Gambar 13. Histogram berat feses tikus selama 21 hari.	61
Gambar 14. Grafik persen perubahan berat feses tikus selama 21 hari.	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Keterangan kelaikan etik penelitian	73
Lampiran 2. Hasil uji fitokimia cuka kelopak buah mangrove pedada	74
Lampiran 3. Surat penelitian	75
Lampiran 4. Data glukosa darah tikus dan hasil anova	76
Lampiran 5. Data berat badan tikus dan hasil anova	81
Lampiran 6. Data hasil ransum pakan tikus dan hasil anova	86
Lampiran 7. Data hasil jumlah feses tikus dan hasil anova	90
Lampiran 8. Perhitungan uji toksisitas LC_{50}	94
Lampiran 9. Proses pembuatan cuka kelopak buah mangrove pedada (<i>sonneratia alba</i>)	100



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang sangat kaya akan sumber daya alam. Baik yang berasal dari nabati maupun hewani. Sumber daya alam hayati yang melimpah tersebar luas dari berbagai pulau, mulai dari pulau Sumatera hingga Papua. Salah satu sumber daya alam hayati yang melimpah adalah hutan mangrove. Hutan mangrove merupakan tipe hutan yang tumbuh di bagian garis pantai, terutama di atas rawa-rawa yang berair payau, pantai yang terlindung, dimana keberadaannya tergenang ketika air laut pasang dan bebas dari genangan ketika air laut surut (Kaseng *et al*, 2016).

Mangrove merupakan tumbuhan yang hidup antara laut dan darat, ada yang berbentuk pohon ada juga yang berbentuk semak, pada waktu pasang akar-akarnya tergenang oleh air garam tetapi pada waktu air surut akar-akarnya itu tampak. Tumbuhan ini banyak ditemukan pada daerah pantai yang terlindung, terjadi antara rata-rata permukaan laut terendah dan rata-rata tinggi air pasang penuh dalam garis pasang surut, muara dan di beberapa terumbu karang yang telah mati (Soeroyo, 1992).

Mangrove memiliki beberapa fungsi diantaranya yaitu tempat pembangunan lahan, pengendapan lumpur, habitat fauna terutama fauna laut, lahan pertanian dan kolam garam, melindungi ekosistem pantai secara global, keindahan bentang darat, tempat pendidikan dan pelatihan. Berdasarkan beberapa fungsi yang ada, dapat dikatakan mangrove sangat bermanfaat bagi masyarakat sekitar, masyarakat luas serta fauna laut (Puspayanti *et al*. 2013).

S. alba salah satu jenis mangrove tidak beracun, tidak memerlukan penanganan khusus dan langsung dapat dimakan. Buah yang sudah tua merupakan bahan baku untuk pembuatan kue seperti dodol dan wajik. Secara tradisional di beberapa daerah di Indonesia seperti Jawa, Sulawesi dan Maluku, tumbuhan mangrove sudah digunakan sebagai obat, minuman dan sebagai bahan baku untuk berbagai macam kue. Namun hal ini belum dapat dikembangkan karena belum banyak pengetahuan tentang potensi dan manfaat tumbuhan mangrove sebagai sumber pangan fungsional dan sebagai bahan pangan (Paputungan *et al*, 2017). Secara umum mangrove *S.alba* mengandung senyawa *steroid*, *saponin*, *flavonoid* dan *tannin*. Senyawa flavonoid merupakan senyawa yang berpotensi sebagai senyawa antibiotik dan antibakteri (Kurniaji *et al*, 2017). Salah satu mangrove yang baik untuk pembuatan cuka adalah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) , tumbuhan mangrove ini memiliki kandungan 8 *steroid*, 9 *triterpen*, 3 *flavonoid*, dan 4 turunan karboksil *benzene* (Pianusa *et al.*, 2015).

Mangrove menurut Musa *et al.* (2017), dapat digunakan sebagai tanaman obat karena mengandung senyawa metabolit sekunder. Berbagai jenis tumbuhan mengandung senyawa metabolit sekunder, seperti alkaloid, flavonoid, steroid, terpenoid, saponin dan lain-lain. Senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam tumbuhan merupakan zat bioaktif yang berkaitan dengan kandungan kimia dalam tumbuhan, sehingga sebagian tumbuhan dapat digunakan sebagai bahan obat. Tanpa adanya suatu senyawa bioaktif dalam tumbuhan secara umum tumbuhan tersebut tidak dapat digunakan sebagai obat. Fungsi senyawa metabolit sekunder antara lain sebagai pertahanan tubuh bagi tumbuhan dari serangan hama dan patogen penyebab penyakit, sebagai atraktan hewan polinator dan sebagai hormon pengatur pertumbuhan. Bagi manusia, senyawa metabolit sekunder digunakan sebagai bahan obat-obatan, pewangi, fragran pada makanan dan minuman serta senyawa yang digunakan dalam industri kosmetika.

Flavonoid adalah senyawa organik alami yang ada pada tumbuhan secara umum. *Flavonoid* alami banyak memainkan peran penting dalam pencegahan diabetes dan komplikasinya. *Flavonoid* merupakan senyawa polar karena mempunyai gugus hidroksil atau gula, sehingga dapat larut dalam pelarut polar seperti etanol, metanol, butanol, aseton, dimetilsulfoksida, dan air. Sejumlah studi telah dilakukan untuk menunjukkan efek hipoglikemik dari *flavonoid* dengan menggunakan model eksperimen yang berbeda, hasilnya tanaman yang mengandung *flavonoid* telah terbukti memberi efek menguntungkan dalam melawan penyakit diabetes melitus, baik melalui kemampuan mengurangi penyerapan glukosa maupun dengan cara meningkatkan toleransi glukosa (Oktaria, 2013).

Cuka (*vinegar*) adalah larutan kimia asam organik yang biasanya digunakan untuk memberikan efek asam pada makanan. Pada cuka terdapat kandungan air dan asam asetat. Ada pula kandungan lainnya pada cuka yaitu vitamin, senyawa polyphenol, mineral, dan asam amino (Silfia dan Agustini, 2014). Vinegar menurut Kwartiningsih dan Mulyati. 2005, berasal dari bahasa Perancis *Vinaigre* yang artinya anggur yang telah asam. Vinegar juga merupakan suatu produk yang dihasilkan dari fermentasi bahan yang mengandung gula atau pati menjadi alkohol, yang kemudian difermentasi lebih lanjut menjadi *vinegar* yang mempunyai kandungan asam asetat minimal 4 gram/100 mL. Cuka menurut Nugraheni.(2011), memiliki kemampuan untuk menghasilkan asam klorida yang digunakan untuk membantu proses pencernaan. Selain itu, cuka apel mengandung malat, yang dapat menstimulasi proses pencernaan. Kandungan kuersetin pada cuka apel juga sangat bermanfaat untuk mengurangi resiko penggumpalan darah penyebab stroke dan dapat menurunkan resiko kanker paru-paru hingga 20%.

Cuka adalah suatu kondimen yang dibuat dari berbagai bahan yang bergula atau berpati melalui fermentasi alkohol yang diikuti dengan fermentasi fermentasi

asetat. Produk ini merupakan suatu larutan asam asetat dalam air yang mengandung cita rasa, zat warna dan substansi yang terekstrak, asam buah, ester, garam-garam organik dari buah, yang berbeda-beda sesuai dengan asalnya (Nurismanto *et al.*, 2014). Cuka yang telah banyak dipasarkan seperti cuka apel atau cider menurut Caturryanti *et al.* (2008), memiliki fungsi dan manfaat seperti penambahan rasa makanan, pengawet makanan, dan sebagai obat yang memiliki khasiat untuk mencegah dan mengatasi gangguan kesehatan. Cuka sebagai obat pencegahan telah banyak dikenal dari beberapa negara.

Cuka atau *vinegar* atau asam asetat menurut Zubaidah dan Nuril. (2015), 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 sehingga dapat memperbaiki kerusakan sel beta pankreas dan meningkatkan sekresi insulin.

Diabetes mellitus merupakan sindrom metabolik paling umum di seluruh dunia dengan angka kejadian 1-8%. Penyakit ini muncul ketika insulin tidak cukup diproduksi atau insulin tidak dapat berfungsi dengan baik. Diabetes ditandai dengan hiperglikemi (elevasi kadar glukosa darah) yang menyebabkan berbagai gangguan metabolik jangka pendek dalam metabolisme lemak dan protein dan jangka panjang menyebabkan perubahan aliran kadar yang irreversibel. Manifestasi jangka panjang dari diabetes adalah dapat menyebabkan beberapa komplikasi mikrovaskuler maupun makrovaskuler (Brahmachari, 2011). Ada empat jenis diabetes mellitus, yaitu diabetes melitus tipe 1, diabetes melitus tipe 2, diabetes gestasional dan diabetes tipe spesifik lainnya (Ramachandran dan Snehalatha, 2009). Gejala-gejala karakteristik diabetes mellitus meliputi, kehausan

berlebihan, polyphagia, polyurea, kehilangan berat badan, sering terjadinya bisul, gatal di anggota badan, dan impotensi (WHO, 2003).

Dari penjelasan diatas, diketahui bahwa tumbuhan mangrove banyak mengandung senyawa aktif dengan berbagai manfaat bagi kesehatan. Penelitian tentang pengaruh cuka dari kelopak buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) terhadap penurunan kadar glukosa darah terhadap tikus wistar putih diabetes mellitus juga belum pernah dilakukan, oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap pengaruh cuka kelopak buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) terhadap penurunan kadar glukosa darah pada tikus wistar putih diabetes mellitus.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

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

1.3 Tujuan

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

1. Untuk mengetahui dosis yang efektif cuka kelopak buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dalam menurunkan kadar glukosa darah tikus wistar putih (*Rattus norvegicus*) diabetes melitus.

2. Untuk mengetahui lama waktu pemberian cuka kelopak buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) yang efektif 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 kelopak buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dalam bentuk cuka mangrove 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 kelopak buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dengan dosis dan lama waktu yang berbeda tidak berpengaruh terhadap kadar glukosa darah tikus wistar putih (*Rattus norvegicus*) diabetes melitus.

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

1.6 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari –Maret 2019 di Laboratorium Keamanan Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang : 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*)

Mangrove pedada (*Sonneratia alba*) menurut Puspayanti *et al.* (2013), ialah tumbuhan yang tumbuh pada substrat berlumpur. kulit batang berwarna krem hingga coklat 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 keabu-abuan dengan diameter 5-7,5 cm. Bunganya berbenang sari cukup banyak, terdapat diujung-ujung ranting dan berwarna putih. Berikut adalah klasifikasi dari mangrove pedada (*Sonneratia alba*):

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Magnoliophyta
Clasis	: Magnoliopsida
Ordo	: Myrtales
Familia	: Sonneratiaceae
Genus	: <i>Sonneratia</i>
Species	: <i>Sonneratia alba</i> Smith.



Gambar 1. Mangrove pedada (*Sonneratia alba*)
(Google image, 2019)

Mangrove *S. alba* menurut Yuliawati *et al.* (2017), mempunyai kulit kayu berwarna putih tua hingga coklat. Akarnya membentuk kabel dibawah tanah kemudian muncul dipermukaan menjadi akar nafas. Bentuk akar dipermukaan kerucut tumpul. Tinggi pohon *Sonneratia alba* sekitar 15 m. Buah mangrove *Sonneratia alba* memiliki bentuk yang bulat seperti bola berdiameter 3,5 – 4,5 cm. Pada ujung buahnya terdapat tangkai serta dibagian bawah buah terlindungi oleh kelopak bunga. Biji pada buah ini sekitar 150-200 biji. Hal ini sesuai dengan pernyataan Pianus *et al.* (2015), bahwa *Sonneratia alba* adalah salah satu jenis buah bakau yang berbentuk bola, dengan ukuran 3x4 cm, berbiji banyak, dengan pangkal terlindung kelopak yang tidak rontok dan tidak akan membuka pada saat telah matang. *S.alba* juga mengandung senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri seperti: silitol, polyol, sukrosa, tannin, sterol, triterpenoid, mineral dan nukleotida, dan 24 jenis senyawa fitokimia yang terdiri dari 8 steroid, 9 triterpen, 3 flavonoid dan 4 turunan karboksil benzene.

Habitat tumbuhan mangrove jenis *S. Alba* menurut Poedjiharaharjoe *et al.* (2017), mempunyai habitat dengan karakteristik berupa pH, salinitas, dan tebal lumpur yang rendah, suhu yang sedang, dan oksigen terlarut yang tinggi. *S. alba* merupakan jenis pionir dan sering ditemukan di lokasi pesisir yang terlindung dari hempasan gelombang, di muara, dan sekitar pulau-pulau lepas pantai.

2.1.2 Komposisi Gizi dan Senyawa Bioaktif Mangrove

Senyawa yang terkandung didalam daun *Sonneratia alba* menurut penelitian Eriani dan Usman (2017), didapatkan senyawa metabolik sekunder yang terkandung pada daun *S.alba* yaitu fenol, sterois / terpenoid, saponin, dan tanin. Disebutkan juga jika pada ekstrak daun *S.alba* bersifat toksik lemah, karena didapatkan hasil diatas 100 µg/mL yaitu sebesar 441,67 ppm.

Salah satu sumber senyawa bioaktif yang berasal dari tumbuhan menurut Puspitasari *et al.* (2017), adalah mangrove. Mangrove banyak digunakan dikalangan masyarakat khususnya daerah pesisir sebagai obat herbal. Sumber senyawa bioaktif yang dimiliki mangrove diantaranya golongan tanin, saponin, terpenoid, alkaloid dan steroid dengan aktivitas sebagai antimikroba, antifungi, antivirus, antitumor, insektisida dan antileukimia. Bagian tumbuhan yang dapat digunakan sebagai antikanker adalah kulit batang, akar, daun, bunga dan buah. *S. alba* yang merupakan tumbuhan mangrove yang termasuk ke dalam family Sonneratiaceae. Sifat toksik yang dimiliki oleh family Sonneratiaceae ini berasal dari senyawa biokatif yang terkandung di dalamnya seperti tanin. Tanin merupakan salah satu senyawa polifenol yang banyak ditemukan pada tumbuhan mangrove family Avicenniaceae, Rhizophoraceae, dan Sonneratiaceae.

Untuk mengetahui senyawa bioaktif yang terdapat dalam tumbuhan *Sonneratia alba* menurut Handayani (2013), dapat dilakukan dengan menggunakan uji fitokimia yang meliputi uji komponen alkaloid, steroid / triterpenoid, flovonoid, saponin, fenolhidrokuinon, dan tanin. Uji fitokimia yang dilakukan bertujuan untuk menentukan ciri senyawa aktif yang dapat dimanfaatkan dari tumbuhan mangrove, maupun senyawa aktif penyebab efek racun dengan cara ekstrak kasar. Senyawa fitokimia bukanlah senyawa yang termasuk kedalam zat gizi, namun dengan mengkonsumsi bahan pangan yang mengandung senyawa ini dapat memberikan pengaruh yang positif bagi kesehatan tubuh.

Pengujian Kandungan gizi buah pedada menurut Manalu (2013), meliputi pengujian proksimat berupa kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein, dan kadar karbohidrat dilakukan dengan berbagai macam metode. Metode tersebut diantaranya metode soxhlet untuk kadar lemak, metode kjeldhal untuk kadar

protein, dan metode *by difference* untuk kadar karbohidrat. Kandungan gizi pada *Sonneratia sp* dapat dilihat pada tabel 1 berikut :

Tabel 1. Komposisi kimia mangrove pedada (*Sonneratia alba*)

Komponen	Kadar (%)
Kadar air (bb)	84,76 ± 0,10 ^a
Kadar abu (bk)	8,40 ± 1,05 ^a
Kadar lemak (bk)	4,82 ± 0,88 ^a
Kadar protein (bk)	9,21 ± 1,22 ^a
Kadar karbohidrat (bk)	77,57 ± 3,15 ^a

Sumber : Manalu, 2013

2.2 Kelopak Buah Mangrove Pedada

Buah pedada menurut Manalu (2011), merupakan salah satu jenis mangrove yang tumbuh melimpah diseluruh wilayah pesisir Indonesia. Buah dan bagian mangrove ini berjumlah banyak, namun belum dimanfaatkan secara maksimal. Umumnya buah pedada ini akan berjatuhan disekitar pohon karena belum banyak dimanfaatkan masyarakat dengan baik. Buah pedada ini memiliki rendemen tertinggi pada buah dan biji pedada, yaitu 73% , kulit 15%, kelopak 12%. Kelopak bunga mangrove *Sonneratia alba* menurut Noor *et al.* 2006, akan menutupi bagian dasar atau bawah dari buah pedada. Jumlah kelopak yang menutupi buah biasanya berjumlah antara 5-8 helai. Kelopak bunga pada buah pedada biasanya berwarna hijau dibagian luarnya dan berwarna putih kekuningan dibagian dalamnya.

2.3 Fermentasi

Fermentasi menurut Kwartiningsih dan Mulyanti (2005), adalah suatu reaksi oksidasi atau reaksi dalam system biologi yang dapat menghasilkan suatu energi dimana donor dan aseptor dalam reaksi tersebut adalah senyawa organik.

Senyawa organik yang biasa digunakan dalam proses fermentasi adalah senyawa gula. Senyawa tersebut akan diubah oleh reaksi reduksi dengan bantuan katalis dari enzim sehingga dapat berubah menjadi suatu senyawa lain.

Fermentasi yang digunakan dalam pembuatan cuka menurut Caturryanti *et al.* (2008), merupakan fermentasi asam asetat atau fermentasi asam cuka. Fermentasi ini menggunakan bakteri asam asetat. Salah satu bakteri asam asetat yang dominan dalam fermentasi asam asetat ialah bakteri *A. aceti* meskipun bakteri *A. pasteurianus* juga sudah digunakan dalam fermentasi *rice wine* sejak tahun 1970an di Jepang. Dalam fermentasi asam asetat, etanol yang ditambahkan berfungsi sebagai substrat yang akan dioksidasi oleh enzim yang dihasilkan bakteri asam asetat menjadi asam asetat. Oksidasi etanol menjadi asam asetat berlangsung dengan dua tahapan. Pertama, etanol dioksidasi oleh enzim alkohol dehidrogenase menjadi asetaldehid, kemudian tahap kedua asetaldehid dioksidasi oleh aldehyd dehidrogenase menjadi asam asetat. Proses fermentasi yang digunakan dalam proses pembuatan cuka menurut Leasa dan Matdoan (2015), akan memiliki keunggulan jika dibandingkan dengan produk asam cuka yang banyak beredar dipasaran. Keunggulan asam cuka dengan fermentasi akan memiliki flavor yang lebih baik. Lama fermentasi pada pembuatan asam cuka akan berpengaruh terhadap hasil dan kualitas cuka yang dihasilkan. Apabila proses fermentasi tidak dikontrol dan diteruskan hingga batas waktu yang tidak ditentukan, maka cuka yang dihasilkan akan cenderung memiliki konsentrasi asam asetat yang menurun. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nurismanto *et al.* (2014), fermentasi yang terlalu lama pada waktu 24 hari menyebabkan asam asetat akan teroksidasi menjadi karbondioksida dan air, sehingga kadar asam asetat akan menurun.

Pembuatan cuka melalui fermentasi menurut Januaresti *et al.* (2016), dilakukan melalui dua tahapan. Pertama, fermentasi alkohol yaitu glukosa diubah menjadi alkohol oleh bakteri *Saccharomyce cerevisiae* secara anaerob. Kedua,

fermentasi asam asetat oleh *Acetobacter aceti* yang mengoksidasi alkohol menjadi asam asetat secara aerob. Kedua fermentasi tersebut dilakukan secara terpisah. Perlakuan lama fermentasi akan mempengaruhi nilai total asam, dimana semakin lama proses fermentasi maka nilai total asam dari cuka akan mengalami peningkatan. Peningkatan nilai total asam ini dikarenakan adanya produksi asam-asam organik seperti asam asetat, asam glukonat, dan asam glukoronat selama proses fermentasi berlangsung oleh bakteri *Saccharomyces cerevisiae*.

2.4 Khamir dan Bakteri yang Berperan dalam Fermentasi Cuka

Proses fermentasi asam asetat atau asam cuka menurut Firdausni (2013), dilakukan dengan bantuan bakteri asam asetat jenis *Acetobacter sp.* Fermentasi cuka menurut Nurismanto *et al.* (2014), proses pertama melibatkan aktivitas bakteri *Saccharomyces cerevisiae* yang akan mengubah gula-gula sederhana menjadi alkohol dalam kondisi anaerob pada pH 3,5-6,0 dengan suhu tumbuh yang efisien 28-35°C. Proses kedua akan melibatkan aktivitas bakteri *Acetobacter acetii* yang akan mengubah alkohol dengan kadar tertentu menjadi sejumlah asam asetat dalam kondisi aerob, pada suhu optimum 15-34°C, pH 3,0-4,0.

a. *Saccharomyces cerevisiae*

Khamir *Saccharomyces sp* menurut Dewi *et al.* (2014), memiliki ciri-ciri yaitu koloni berbentuk bulat dengan warna putih, krem, abu-abu, kekuning-kuningan, hingga coklat, permukaan licin dan berkilau, tekstur lunak, memiliki sel bulat askospora 1-8 buah.

Khamir *Saccharomyces cerevisiae* merupakan organisme penghasil amilase yang cukup berpotensi, selain bakteri dan kapang. Enzim amilase diproduksi diluar sel oleh beberapa jenis yeast *Saccharomycopsis fibuliger*, *S. diaticus*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Schwaniomyces occidentalis*, dan *Candida* serta *Pichia*. Khamir *Saccharomyces cerevisiae* merupakan khamir amilolitik.

Khamir amilolitik mempunyai potensi penting dalam produksi etanol (Kustyawati *et al.*, 2013).

b. *Acetobacter aceti*

Bakteri *Acetobacter sp* bersifat Gram negatif, tidak membentuk endospora, hidup bersifat aerob obligat, tidak melakukan fermentasi alkohol, berbentuk bulat lonjong sampai batang pendek. Pada saat fermentasi, asam asetat dimanfaatkan oleh *Acetobacter sp* sebagai substrat agar menciptakan kondisi yang optimum untuk pertumbuhannya dan untuk membentengi CO₂ dan H₂O. Bakteri *Acetobacter sp* bersifat overoksidizer yaitu kemampuannya yang dapat mengubah asam asetat dalam medium fermentasi menjadi CO₂ dan H₂O apabila gula dalam medium fermentasi telah habis dimetabolisir (Gaman dan Sherrington, 1981).

Fermentasi pembuatan cuka yang kedua menurut Kwartiningsih dan Mulyanti (2005), dilakukan dengan penambahan bakteri *Acetobacter aceti*. Penambahan bakteri ini bertujuan untuk mengubah alkohol menjadi asam asetat. Alkohol yang telah dibentuk didalam fermentasi pertama akan diubah menjadi asam asetat dan air dengan bantuan bakteri.

2.5 Cuka Buah

Vinegar atau yang lebih dikenal dengan asam asetat atau cuka menurut Januaresti *et al.* (2016), banyak digunakan dalam bidang industri makanan. *vinegar* adalah suatu produk yang dihasilkan dari perubahan alkohol menjadi asam asetat oleh bakteri asam asetat. *Vinegar* buah atau cuka buah biasanya dihasilkan dari kelopak buah apel, anggur, ceri, pisang dan pir. *Vinegar* dapat digunakan sebagai bahan penyedap untuk memperbaiki flavor pada masakan atau sebagai minuman.

Cuka merupakan cairan yang diproduksi oleh suatu bahan yang mengandung pati dan gula melalui tahap fermentasi. Tahap fermentasi pada

pembuatan cuka terjadi melalui dua tahap. Tahap pertama fermentasi alkoholik dan tahap kedua fermentasi *acetous* yang paling sedikit mengandung 4% (b/v) asam asetat (Zubaidah dan Nuril, 2015).

Standar mutu cuka makanan menurut SNI 01-3711-1995 adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Standar mutu cuka

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	Min.1,5
6	Total gula	% b/b	Min.15
7	Cemaran logam		
	- Timbangan (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 Untuk Kesehatan

Cuka adalah suatu cairan yang memiliki rasa asam dan diproduksi melalui pengolahan bahan yang mengandung pati dan gula dengan proses fermentasi alkoholik dan *acetous*. Menurut Zubaidah dan Nuril.(2015), cuka dalam kesehatan mampu menghambat aksi dari enzim disakaridase yang dapat menyebabkan penyerapan dari glukosa hasil pencernaan melambat sehingga kenaikan dari indeks glikemik dapat dikontrol. Hal ini telah dibuktikan pada tikus wistar diabetes mellitus. Tikus wistar diinduksi dengan STZ dan mengalami kenaikan kadar glukosa darah sebesar >200 mg/dl sehingga tikus mengalami diabetes mellitus. Kemudian dilakukan pemberian cuka apel dan cuka salak selama 28 hari, hasilnya

penurunan yang paling tinggi terjadi pada kelompok tikus diabetes dengan pemberian cuka salak sebanyak 0,7 cc (P3) dengan presentase penurunan sebesar 38,38%. Pada hari ke-28 setelah tikus diberi perlakuan pemberian cuka apel dan cuka salak (P2 dan P3) kadar glukosa tikus lebih rendah dan hasilnya berbeda nyata terhadap tikus yang menderita diabetes tanpa perlakuan (P1). Sedangkan kadar glukosa darah antara tikus dengan perlakuan pemberian cuka salak dan cuka apel (P2 dan P3) tidak berbeda nyata.

Cuka menurut Nugraheni. (2011), memiliki kemampuan untuk kesehatan dalam menghasilkan asam klorida yang digunakan untuk membantu proses pencernaan. Selain itu, cuka apel mengandung malat, yang dapat menstimulasi proses pencernaan. Kandungan kuersetin pada cuka apel juga sangat bermanfaat untuk mengurangi resiko penggumpalan darah penyebab stroke dan dapat menurunkan resiko kanker paru-paru hingga 20%. Cuka apel berperan sebagai antioksidan dengan memperbaiki enzim pada hepar seperti GSH (Mohamad *et al.*, 2015). Kandungan fenol sebesar 132,55 mg/L inilah yang berfungsi sebagai antioksidan alami dalam membantu menetralkan radikal bebas hasil proses oksidasi dalam tubuh (Zubaidah, 2011).

2.7 Diabetes Mellitus

Diabetes mellitus menurut Zubaidah dan Nuril (2015), merupakan suatu penyakit metabolik yang prevalensinya akan meningkat dari tahun ke tahun. Penyakit diabetes mellitus ini ditandai dengan keadaan hiperglikemia kronik disertai berbagai kelainan metabolik akibat kelainan sekresi insulin, penurunan sensitifitas reseptor insulin atau keduanya. Diabetes mellitus juga berhubungan dengan karakteristik dan perubahan progresif terhadap struktur sel beta pankreas yang terjadi secara kuantitatif maksudnya akan terjadi perubahan pengurangan dari jumlah atau ukuran. Selain itu akan terjadi perubahan secara kualitatif seperti

nekrosis, degenerasi, dan amygdosis. Untuk mencegah penyakit diabetes mellitus diperlukan diet dan pengobatan yang tepat. Pengobatan secara kimia akan memberi efek samping seperti terjadinya hipoglikemia, mual, rasa tidak enak di perut, dan anoreksi. Oleh karena itu lebih baik menggunakan pengobatan dengan bahan alami untuk meminimalkan efek samping yang ditimbulkan.

Diabetes mellitus menurut Sinaga (2016), merupakan kelompok heterogenous sindrom yang bersifat multifaktor dan poligenik dengan ditandai oleh kenaikan kadar glukosa darah puasa sebagai akibat dari defisiensi relatif atau absolut hormon insulin. Diabetes terbagi menjadi dua kelompok yaitu DM tipe 1 dan tipe 2, DM tipe 2 menempati lebih dari 90% kasus di negara maju. Di negara berkembang seluruh diabetes tergolong sebagai penyandang DM tipe 2 dan sebagian besar terbukti berasal dari kelompok masyarakat yang terlanjur mengubah gaya hidup tradisional menjadi modern. Pernyataan ini sama halnya dengan yang dipaparkan Tjekyan (2014), yaitu diabetes mellitus adalah sekelompok penyakit metabolik yang ditandai dengan adanya peningkatan kadar gula darah yang disebabkan karena defek sekresi insulin, gangguan kerja insulin atau keduanya. Diabetes mellitus tipe 2 terkait dengan beberapa faktor risiko, diantaranya usia lebih dari 45 tahun untuk negara berkembang sedangkan negara maju pada usia di atas 65 tahun, riwayat keluarga dengan diabetes karena diduga ada peran genetik yang menyebabkan penyakit diabetes mellitus, riwayat diabetes gestasional atau pernah melahirkan bayi dengan berat lebih dari 9 pon, dislipidemia dan hipertensi merupakan risiko dimana 30-50% penderita hipertensi berhubungan dengan terjadinya diabetes mellitus tipe 2, obesitas, tidak berolahraga, dan penderita kista ovarium. Wanita sendiri memiliki risiko yang lebih tinggi dibandingkan pria sejalan dengan penambahan usia.

Penderita diabetes mellitus tidak dapat mensekresi insulin dalam jumlah cukup atau menggunakan insulin secara efektif, maupun keduanya. Insulin adalah

hormon yang mengatur kadar gula darah. Hiperglikemia atau kenaikan kadar gula darah adalah efek yang tidak terkontrol dari diabetes dan dalam waktu panjang dapat terjadi kerusakan yang serius pada beberapa sistem tubuh, khususnya pada pembuluh darah jantung (penyakit jantung koroner), mata (dapat terjadi kebutaan), ginjal (dapat terjadi gagal ginjal), syaraf (dapat terjadi stroke) (Zulfa, 2018).



3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah kelopak buah *Sonneratia alba* yang diperoleh dari kawasan konservasi mangrove kota Bontang Kalimantan Timur.

Bahan yang digunakan dalam pembuatan cuka kelopak buah mangrove diantaranya kelopak buah mangrove *Sonneratia alba*, gula pasir, bakteri *Sacharomyces cerevisiae*, *Acetobacter aceti*, kertas saring *whatmann* dan air.

Bahan kimia yang digunakan untuk analisis 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 kelopak buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*).

Bahan yang digunakan dalam pembuatan ransum tikus wistar 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. Formulasi ransum

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

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

3.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam pembuatan cuka mangrove penyaring, jus ekstraktor atau food procesor, fermentor, selang, nampan, baskom, penyaring, panci, kompor, termometer, timbangan digital, buret, alat suling, neraca analitik *Ohaus*, labu ukur, buret, pH meter, pipet tetes, pipet volume, tabung reaksi, dan bola hisap.

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

Hewan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah tikus wistar putih (*Rattus novergicus*). Hewan uji yang digunakan dalam penelitian ini merupakan

jenis hewan yang sering digunakan untuk penelitian khususnya diabetes mellitus. Tikus wistar merupakan salah *strain* tikus yang paling populer yang biasa digunakan dalam laboratorium, hal ini dikarenakan harga tikus wistar yang murah, mudah dikembangkan dan perawatannya yang mudah. Tikus wistar sangat sensitif bila digunakan dalam penelitian yang berhubungan dengan metabolisme tubuh, karena pada tubuh tikus wistar memiliki kemampuan metabolisme yang relatif cepat. Ada dua perbedaan yang terdapat pada tikus wistar sehingga tikus wistar berbeda dengan hewan uji lain seperti yang dipaparkan oleh Wulandari (2010), tikus wistar tidak dapat memuntahkan sesuatu yang masuk ke dalam tubuhnya meskipun ketika proses pencekikan menggunakan sonde lambung karena struktur anatomi yang tidak lazim pada tempat yang bermuara ke esofagus ke dalam lambung tikus wistar. Perbedaan pada tikus wistar berikutnya adalah tikus wistar tidak memiliki kandung empedu.

Tikus wistar putih (*Rattus norvegicus*) yang digunakan menjadi hewan uji adalah tikus dengan jenis kelamin jantan karena tikus jantan tidak bersifat hormonal dan berumur 2,5-3 bulan. Berat badan hewan uji sekitar 100-200 g. Tikus diperoleh dari Laboratorium Gizi Departemen Gizi Kesehatan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga Surabaya.

Alat yang digunakan untuk pemeliharaan tikus uji diantaranya kandang tikus dari *stainless steel* dengan penutup dan perlengkapannya yaitu tempat ransum, botol minum, dan tempat untuk menampung feces dan urine.

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

Alat yang digunakan untuk menginjeksi tikus yaitu beaker glass 100 ml sebagai tempat larutan stok, sendok media, dan *syringer* atau spuit 1 ml untuk injeksi *Alloxan* ke tikus wistar putih.

Alat yang digunakan untuk pengambilan darah tikus adalah *syringe*, *appendorf*, *haemocrit tubes*, dan nampan.

Alat untuk analisa kadar glukosa darah hewan uji adalah pipet tetes, *sentrifuge*, *spektrofotometer*, *vortex*, tabung reaksi, rak tabung reaksi, dan mikro pipet, mikro kuvet.

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Metode eksperimental menurut Sugiono (2011), adalah metode yang dapat dilakukan untuk memperoleh data yang belum tersedia. Untuk memperoleh data *variable* diukur melalui suatu percobaan. Metode eksperimental memiliki ciri adanya kelompok kontrol yang digunakan.

Eksperimen pada penelitian ini dilakukan dengan memberikan perlakuan dosis cuka kelopak 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. Metode ini terdiri dari satu tahap yaitu untuk menentukan dosis terbaik dalam menurunkan kadar gula darah tikus diabetes mellitus.

3.3.1 Perlakuan dan Rancangan Percobaan

Pada penelitian pengaruh cuka kelopak buah mangrove pedada terhadap glukosa darah tikus tikus wistar digunakan dua perlakuan yaitu (A) pemberian dosis yang berbeda dan (B) lama waktu pemberian cuka kelopak buah. Pemberian dosis cuka kelopak buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) adalah sebagai berikut :

A1 : Kelompok tikus diabetes kontrol positif dengan pemberian obat *glibenclamide* 0,09 mg/tikus/hari.

- A2 : Kelompok tikus diabetes kontrol negatif dengan pemberian dosis 0 ml/tikus/hari cuka kelopak buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*).
- A3 : Pemberian dosis 0,2 ml/tikus/hari cuka kelopak buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) pada tikus diabetes.
- A4 : Pemberian dosis 0,4 ml/tikus/hari cuka kelopak buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) pada tikus diabetes.
- A5 : Pemberian dosis 0,6 ml/tikus/hari cuka kelopak buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) pada tikus diabetes.

Lama waktu perlakuan pemberian cuka kelopak buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) terdiri dari B1 : 0 hari, B2 : 7 hari, B3 : 14 hari, dan B4 : 21 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. Menurut penelitian tentang cuka salak menurut Hamidatun *et al.* (2014), dosis cuka yang digunakan sebesar 0,4 ml/ tikus/ hari dan 0,7 ml/ tikus/ hari dengan lama waktu pemberian selama 28 hari. Pemberian cuka salak pada tikus sebanyak 0,4 ml/ tikus/ hari dapat menurunkan kadar glukos dalam darah sebesar 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 kelopak buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dengan dosis berbeda (A)
- B_j = Pengaruh taraf ke-j dari faktor hari pengamatan kadar glukosa darah (B)
- $(AB)_{ij}$ = Pengaruh interaksi taraf ke-I dari faktor 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 penelitian ini menggunakan dua faktor yaitu lima macam perlakuan pemberian dosis (A) dan empat macam perlakuan lama waktu pemberian cuka mangrove (B), sehingga terdapat 20 kombinasi perlakuan dari penelitian tersebut. Masing-masing perlakuan terdapat tiga kali ulangan. Model matematik dari Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorian adalahh sebagai berikut :

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

Dimana : r = perlakuan ; dan n = ulangan

Sehingga banyaknya ulangan 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 adalah ≥ 2 ekor tikus percobaan dan pada penelitian ini menggunakan 3 ekor tikus disetiap perlakuan.. Desain rancangan percobaan dapat dilihat pada Tabel 3.

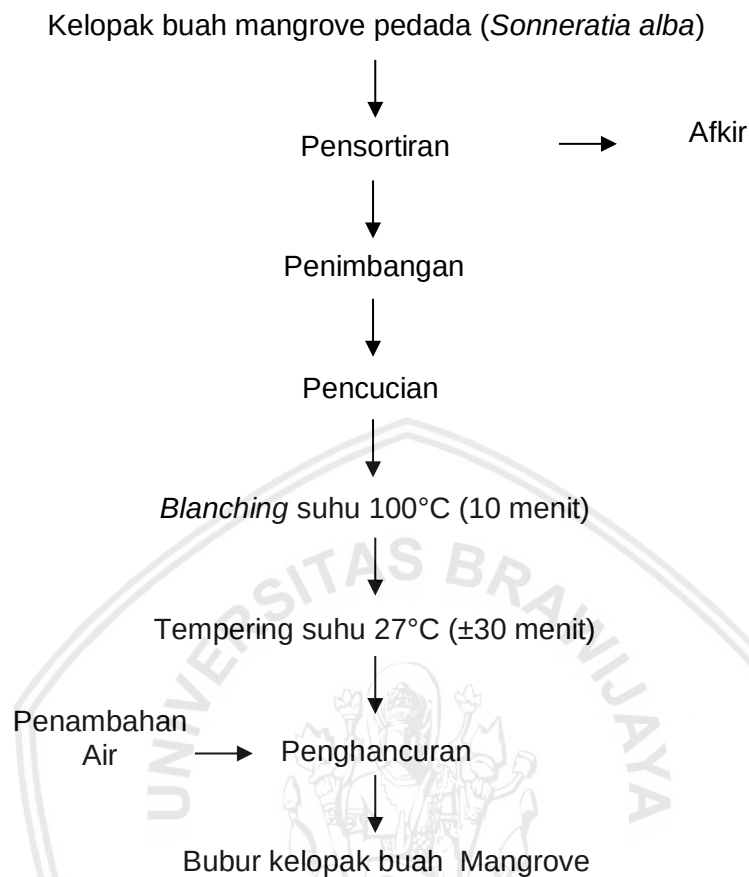
Tabel 4. Desain rancangan percobaan

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>	(A1B1) ₂	(A1B2) ₂	(A1B3) ₂	(A1B4) ₂
0,09 mg/tikus/hari)	(A1B1) ₃	(A1B2) ₃	(A1B3) ₃	(A1B4) ₃
A2	(A2B1) ₁	(A2B2) ₁	(A2B3) ₁	(A2B4) ₁
(cuka mangrove 0	(A2B1) ₂	(A2B2) ₂	(A2B3) ₂	(A2B4) ₂
ml/tikus/hari)	(A2B1) ₃	(A2B2) ₃	(A2B3) ₃	(A2B4) ₃
A3	(A3B1) ₁	(A3B2) ₁	(A3B3) ₁	(A3B4) ₁
(cuka mangrove 0,2	(A3B1) ₂	(A3B2) ₂	(A3B3) ₂	(A3B4) ₂
ml/tikus/hari)	(A3B1) ₃	(A3B2) ₃	(A3B3) ₃	(A3B4) ₃
A4	(A4B1) ₁	(A4B2) ₁	(A4B3) ₁	(A4B4) ₁
(cuka mangrove 0,4	(A4B1) ₂	(A4B2) ₂	(A4B3) ₂	(A4B4) ₂
ml/tikus/hari)	(A4B1) ₃	(A4B2) ₃	(A4B3) ₃	(A4B4) ₃
A5	(A5B1) ₁	(A5B2) ₁	(A5B3) ₁	(A5B4) ₁
(cuka mangrove 0,6	(A5B1) ₂	(A5B2) ₂	(A5B3) ₂	(A5B4) ₂
ml/tikus/hari)	(A5B1) ₃	(A5B2) ₃	(A5B3) ₃	(A5B4) ₃

3.3.2 Prosedur Penelitian

3.3.2.1 Pembuatan Cuka

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui proses pembuatan cuka kelopak buah mangrove. Cuka ini menggunakan bahan dasar kelopak buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) yang dibuat bubur dengan cara dihaluskan dengan food procesor. Kelopak buah mangrove yang telah dihancurkan akan memudahkan untuk pemrosesan lebih lanjut saat pembuatan cuka mangrove pedada. Diagram alir fermentasi sari kelopak buah mangrove pedada dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir pembuatan bubur kelopak buah mangrove pedada (*sonneratia alba*)

Modifikasi Januaresti *et al.* (2016) dan Caturryanti *et al.* (2008)

Pembuatan bubur dari kelopak buah mangrove ini dilakukan dengan beberapa tahap , sebagai berikut :

- Pensortiran
Sortasi kelopak buah mangrove pedada dilakukan agar bahan baku terpisah dari kotoran. Sortasi ini dilakukan menurut keadaan fisik kelopak buah yang bagus dan tidak.
- Penimbangan
Kelopak buah yang telah disortir dan *trimming* selanjutnya di timbang sebanyak 250 g per 1 resep.
- Pencucian

Pencucian pada bahan baku dilakukan untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang masih menempel pada kelopak buah mangrove pedada. Selain kotoran, getah yang ada pada kelopak buah juga ikut dibersihkan. Pencucian ini dilakukan dengan menggunakan air bersih yang mengalir.

- *Blanching*

Blanching atau perebusan dilakukan pada bahan baku untuk melunakkan jaringan bahan, dan membunuh beberapa mikroba yang tidak diinginkan. Perebusan ini dilakukan selama 10 menit diukur dari dimasukkannya kelopak buah mangrove pedada pada air mendidih atau suhu 100°C sesuai dengan penelitian (Caturyanti *et al.*, 2008).

- Tempering

Tempering atau penurunan suhu setelah proses perebusan dilakukan sampai suhu mencapai $\pm 27^{\circ}\text{C}$. Penurunan suhu dilakukan dengan cara meletakkan didalam suhu ruang.

- Penghancuran

Kelopak buah mangrove yang telah lunak akibat perebusan di masukkan dalam food processor atau blender dan ditambah dengan 250 ml air bersih untuk membuat bubur kelopak buah mangrove. Air yang ditambahkan lebih banyak dibandingkan dengan pembuatan bubur pada bagian lain dari mangrove pedada, hal ini dikarenakan tekstur kelopak yang terlalu kental jika tidak ditambahkan jumlah air saat proses penghancuran. Selain itu proses penghancuran tidak maksimal sehingga bubur kelopak buah mangrove tidak dapat halus merata.

➤ Proses Fermentasi

Setelah di olah menjadi Bubur kelopak buah pedada, selanjutnya bubur buah difermentasi menggunakan bakteri *S. cereviceae* dan *Acetobacter aceti*. Cuka kelopak buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dibuat dengan

menggunakan formulasi seperti pada Tabel 5. Pembuatan cuka kelopak buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 5. Formulasi cuka kelopak buah mangrove peadada (*Sonneratia alba*)

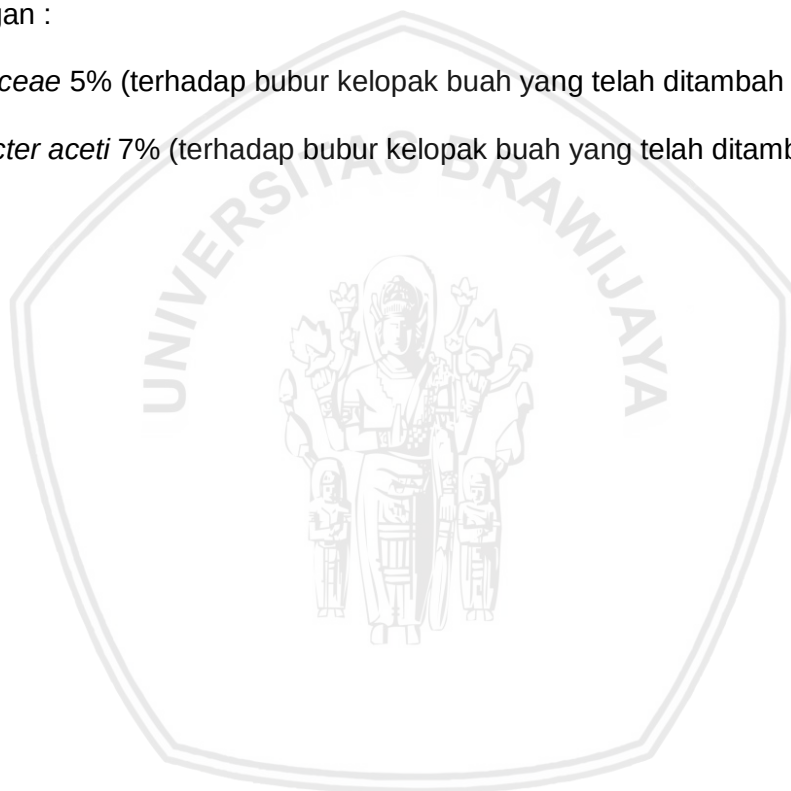
Formulasi	Jumlah
Bubur kelopak buah mangrove (g)	250 g
Gula (g)	62,5 g
<i>S. cereviceae</i> (ml)	15,63 ml
<i>Acetobacter aceti</i> (ml)	21,88 ml

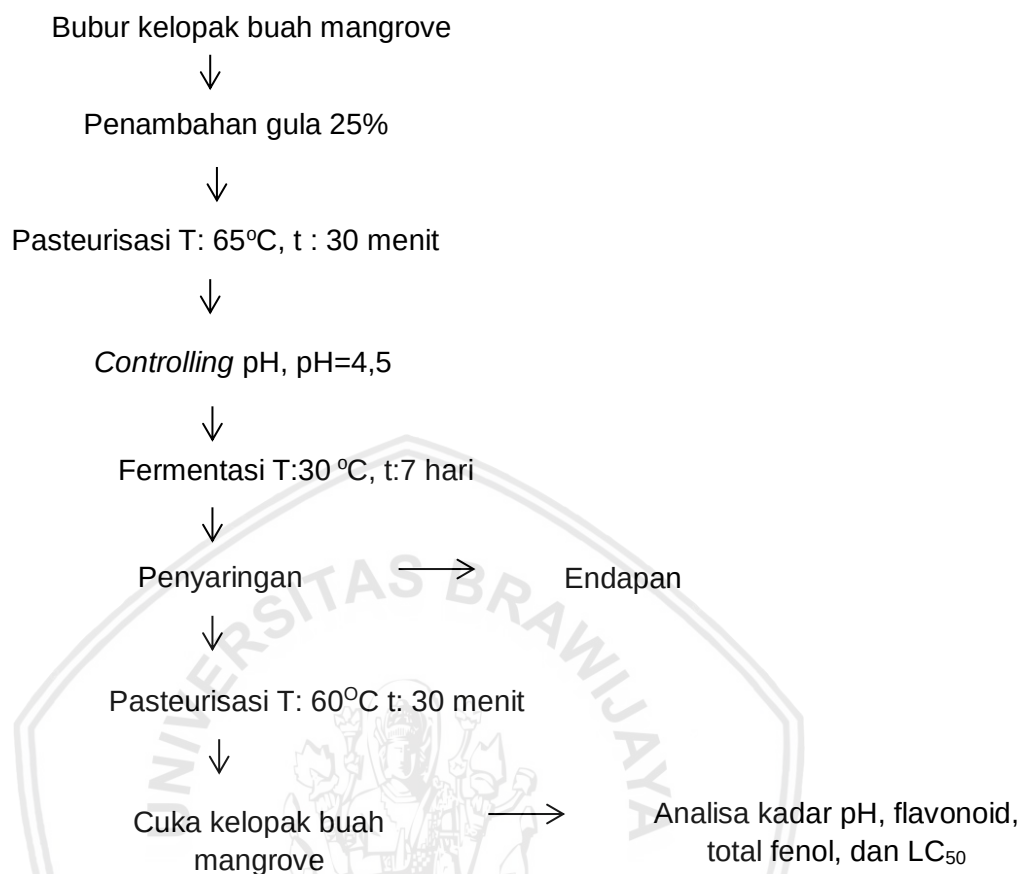
Sumber : Modifikasi Januaresti *et al.*, (2016)

Keterangan :

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

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





Gambar 3. Diagram alir pembuatan cuka kelopak buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*)

(Modifikasi Januaresti *et al.* 2016)

Pembuatan cuka mangrove dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- Bubur Kelopak Buah Mangrove

Untuk pembuatan cuka kelopak buah mangrove, terlebih dahulu disiapkan kelopak buah mangrove pedada yang telah dihancurkan dengan *food processor* sehingga menjadi bubur kelopak buah mangrove pedada. Alur proses pembuatan bubur kelopak buah mangrove dapat dilihat pada Gambar 2.

- Penambahan Gula

Penambahan gula pada proses fermentasi bertujuan untuk nutrisi tumbuh mikroorganisme, pemberi rasa, sebagai bahan pengawet. Gula yang ditambahkan

sebanyak 25% terhadap berat mangrove yang dipakai setiap 1 resep bubur kelopak buah yang akan difermentasi menjadi cuka. Penambahan ini didasarkan pada penelitian sebelum yang mendapatkan hasil terbaik pada penambahan gula sebanyak 25%.

- Pasteurisasi

Proses pasteurisasi dilakukan pada bubur kelopak buah mangrove agar mikroba yang terdapat didalamnya dapat mati dan bubur kelopak buah mangrove steril sebelum dilakukan fermentasi. Suhu dan waktu fermentasi menurut Nurismanto *et al.* (2014), dilakukan pada suhu 65°C selama 30 menit.

- Controlling pH

Pengontrolan pH dilakukan dengan menggunakan pH meter. Setelah didapatkan hasil pH meter. Apabila pH sari kelopak buah <4 ditambah dengan NaHCO₃, apabila pH >5 ditambah dengan asam sitrat.

- Fermentasi

Fermentasi yang dilakukan dalam pembuatan cuka kelopak buah mangrove dengan menggunakan bakteri *S. cereviciae* sebanyak 5% untuk mengubah gula menjadi alkohol dan *Acetobacter aceti* sebanyak 7% untuk merombak alkohol menjadi asam asetat. Jumlah bakteri yang digunakan telah dihitung dari jumlah total volume bubur kelopak bunga yang telah ditambah dengan gula. Fermentasi dengan bantuan bakteri dilakukan secara anaerob fakultatif. Proses fermentasi cuka dengan hasil terbaik menurut penelitian sebelumnya dilakukan pada suhu 30°C dalam inkubator selama 7 hari.

- Penyaringan

Setelah proses fermentasi selesai, cuka kelopak buah mangrove yang dihasilkan di saring untuk memisahkan endapan sisa fermentasi agar cuka yang dihasilkan jernih.

- Pasteurisasi

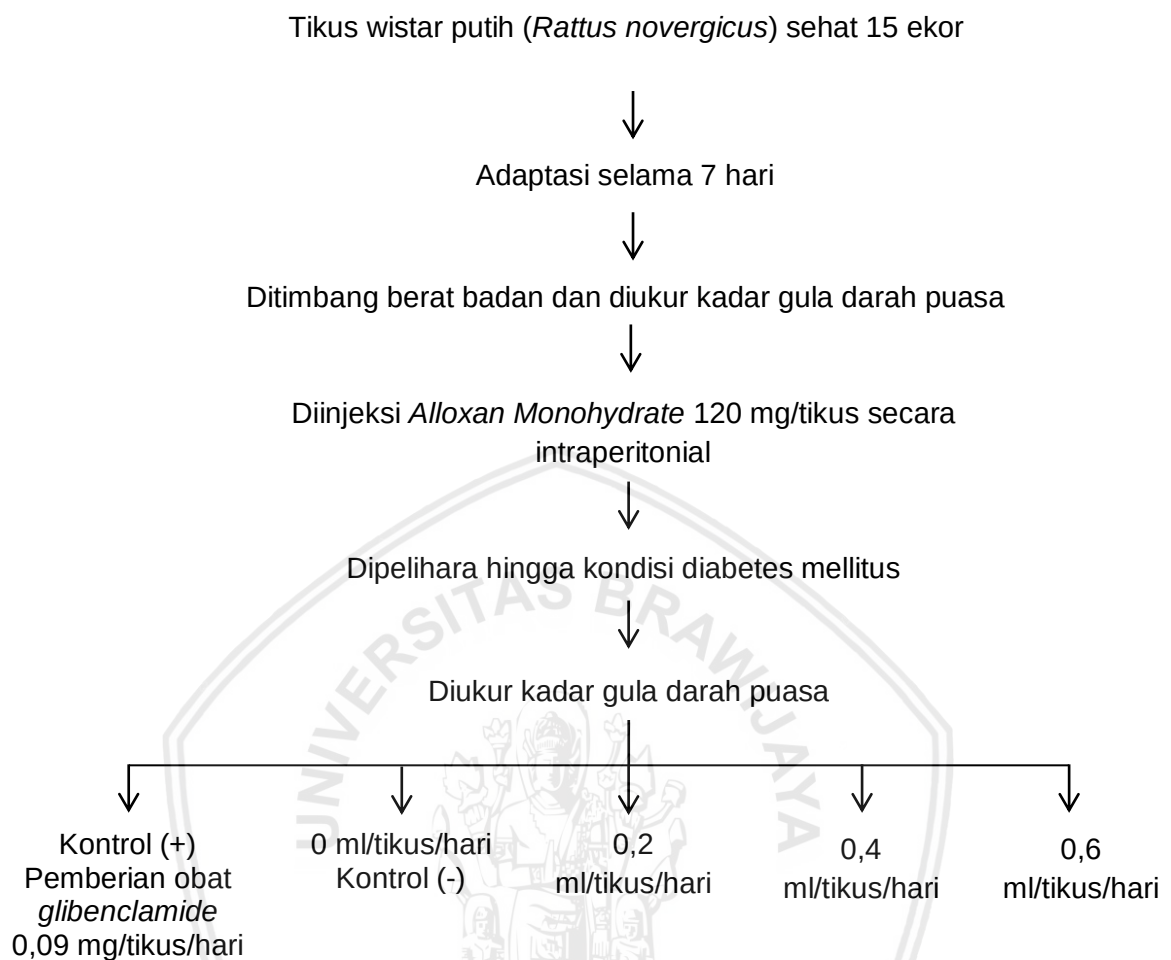
Proses pasteurisasi yang kedua ini dilakukan untuk menghentikan proses fermentasi dari cuka. Pasteurisasi dilakukan pada suhu 60°C selama 30 menit.

- Analisis kadar pH, flavonoid, dan total fenol

Analisa kadar pH pada cuka kelopak buah mangrove dilakukan dengan menggunakan pH meter. Pengujian flavonoid menggunakan magnesium dan amil alkohol. Pengujian total fenol dengan menggunakan kurva asam galat.

3.3.2.2 Pembuatan Tikus Diabetes Melitus

Adaptasi terhadap hewan uji tikus mula-mula dilakukan dengan cara 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 mempunyai suhu kamar. Selama dilakukan adaptasi, tikus diberi pakan standar dan minum secara *adlibitum* dan ditimbang berat badannya pada akhir adaptasi (Hardoko, 2008). Untuk membuat tikus diabetes mellitus, tikus wistar diinduksikan dengan *Alloxan Monohydrate*. Pembuatan tikus menjadi diabetes dengan penambahan *alloxan* dapat dilihat pada prosedur pembuatan tikus diabetes dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Prosedur pembuatan tikus diabetes

Tikus jantan yang sehat sebanyak 15 ekor dengan kisaran umur 2-3 bulan diadaptasi selama 7 hari. Adaptasi tikus dilakukan dengan menempatkan setiap tikus secara individu dalam kandang yang mempunyai ventilasi, dengan suhu kamar dan cahaya yang cukup. Selama tikus diadaptasi, tikus diberikan pakan standar dan minum secara *adlibitum*. Setelah 7 hari, tikus ditimbang berat badannya dan diukur kadar glukosa darah puasa.

Setelah tahap adaptasi selesai, tikus diinduksi dengan *Alloxan Monohydrate* 120 mg/tikus secara intraperitoneal. Setelah 3 hari diinduksi, semua tikus dilakukan pengambilan darah untuk memeriksa kadar glukosa darah puasa. Apabila kadar glukosa darah tikus diatas 200 mg/dL, maka dikatakan tikus tersebut mengalami

diabetes mellitus. Kemudian tikus yang positif terkena diabetes diberikan 5 perlakuan yang berbeda setiap hari. Tiap perlakuan terdapat 3 ekor tikus percobaan. Perlakuan tersebut diantaranya 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 kelopak buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dengan dosis 0 ml/tikus/hari dengan metode sonde lambung selama 21 hari.
- Perlakuan ke III, IV dan V adalah kelompok tikus diabetes mellitus dengan pemberian cuka kelopak buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) dengan dosis 0,2 ml/tikus/hari, 0,4 ml/tikus/hari, dan 0,6 ml/tikus/hari dengan metode sonde lambung selama 21 hari.

Aloksan menurut Indralisa *et.al* (2015), adalah suatu senyawa hidrofilik dan tidak stabil yang mempunyai rumus (2,4,5,6-tetraoksipirimidin; 5,6dioksiurasil). Aloksan merupakan suatu bahan kimia diabetoenik yang dapat menghasilkan diabetes eksperimental terhadap berbagai vertebrata seperti misalnya tikus. Penggunaan aloksan pada hewan coba dapat melalui berbagai macam teknik. Salah satu teknik yang biasa digunakan adalah memberikan aloksan melalui intravena. Dosis aloksan yang biasa diberikan melalui intravena biasanya sebanyak 65 mg/Kg BB. Namun jika melalui teknik intraperitoneal dan subkutan dosis yang diberikan sebanyak 2-3 kalinya. Pada penelitian cuka kelopak buah mangrove, jumlah aloksan yang digunakan sebanyak 120 mg/tikus melalui teknik intraperitoneal.

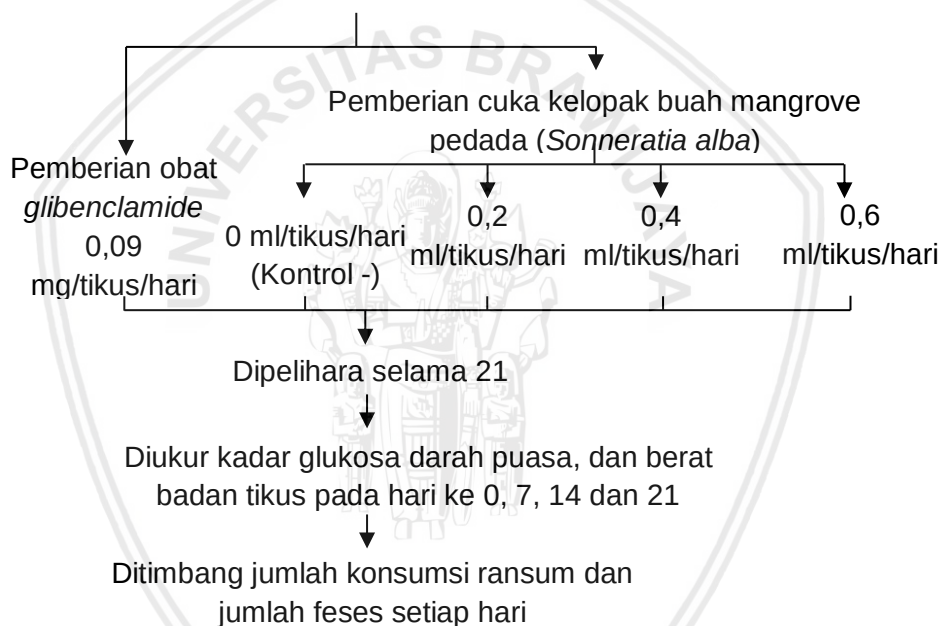
Aloksan menyebabkan keadaan hiperglikemia pada hewan uji setelah 24 atau 48 jam setelah induksi. Aloksan diinduksi setelah hewan uji dipuasakan selama 8-12 jam. Pemberian aloksan pada hewan uji dapat meningkatkan kadar glukosa

darah diatas 200 mg/dl. Kadar glukosa darah tikus normal berkisar antara 50-135 mg/dl³ (Cahyani, 2014).

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

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

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



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

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

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

- Kontrol (+) yaitu tikus yang diinduksi obat *glibenclamide* dengan dosis 0,09 mg/tikus/hari yang diencerkan dengan 2 ml aquades. Menurut Hardoko (2006),

Glibenclamid merupakan obat antidiabetik oral jenis derivat *sulfonylurea* yang bekerja dengan merangsang sel β pankreas untuk memproduksi insulin. Cara pemberian obat *Glibenclamid* dan cuka kelopak buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) pada tikus diabetes mellitus dengan menggunakan metode sonde lambung.

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

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

3.3.3 Parameter yang Diamati

Parameter yang diamati untuk cuka kelopak buah mangrove diantaranya Ph, kadar flavonoid, total fenol, kadar glukosa darah, berat badan, jumlah ransum, dan berat feses. Prosedur uji yang digunakan sebagai berikut :

- Prosedur Uji pH

Pada prosedur pengujian pH saat suhu sampel yang akan diukur terlalu tinggi, maka terlebih dahulu dilakukan penurunan pH sampai mencapai suhu kamar. Sebelumnya dilakukan pengujian pH pada sampel terlebih dahulu dilakukan kalibrasi terhadap pH meter dengan menggunakan larutan penyangga. Selanjutnya elektroda pada pH meter dikeringkan terlebih dahulu menggunakan

tissue kering kemudian dibilas menggunakan aquades. Lalu setelah elektroda dibersihkan, pH meter dicelupkan kedalam sampel dan ditunggu hingga pH meter menunjukkan nilai pH sampel (Badan Standarisasi Nasional, 2004).

- Prosedur Uji Flavonoid

Uji flavonoid menurut Wachidah (2013), dilakukan melalui beberapa tahap, tahap pertama pembuatan larutan uji. Ekstrak kasar, fraksi n-heksan, fraksi etil asetat, dan fraksi metanol masing-masing ditimbang sebanyak 5 gram kemudian dilarutkan dengan metanol 5,0 mL sehingga konsentrasi larutan 1000 $\mu\text{g/mL}$. Selanjutnya larutan uji diambil dengan pipet sebanyak 500 μL dan ditambahkan dengan metanol hingga 5,0 mL sehingga konsentrasi larutan 100 $\mu\text{g/mL}$. Langkah kedua pembuatan larutan standart dengan menimbang 5 mg bahan lalu ditambahkan dengan metanol hingga 5,0 mL sehingga konsentrasi larutan 1000 $\mu\text{g/mL}$, kemudian diambil dengan pipet 50,100,150,200,250,300,350,400,450, dan 500 μL tuang kedalam labu ukur dan ditambah dengan metanol lagi hingga 5,0 mL dan didapatkan konsentrasi larutan 10,20,30,40,50,60,70,80,90, dan 100 $\mu\text{g/mL}$. Langkah ketiga adalah pembuatan larutan NaNO_2 5% dengan menimbang 1,25 gram NaNO_2 dan dilarutkan dengan aquadest sebanyak 25mL. Langkah selanjutnya adalah pembuatan larutan AlCl_3 10% dengan melarutkan AlCl_3 2,5 gram kedalam aquadest sebanyak 25 mL. Kemudian dilanjutkan dengan pembuatan larutan NaOH 1 M dengan melarutkan 4 gram NaOH kedalam 100 mL aquadest. Langkah terakhir adalah dengan memasukkan 1 mL larutan sampel kedalam botol vial yang sebelumnya telah ditambah dengan aquadest sebanyak 4 mL lalu ditambahkan NaNO_2 5% sebanyak 0,3 mL dan didiamkan selama 5 menit. Setelah itu ditambahkan larutan AlCl_3 10% sebanyak 0,3 mL dan dibiarkan kembali selama 6 menit. Kemudian ditambahkan NaOH 1 sebanyak 2 mL lalu segera ditambahkan dengan aquadest sebanyak 2,4 mL dan dikocok. Kemudian diukur absorbansi larutannya pada panjang gelombang 510 nm.

- Prosedur Uji Total Fenol

Dalam uji total fenol menurut modifikasi Alfian dan Susanti. (2012), langkah pertama adalah dengan membuat kurva baku asam galat. Kurva dibuat dengan mencampurkan asam galat sebanyak 0,01 g dengan 0,1 mL etanol. Selanjutnya ditambah dengan 100 mL aquades hingga menjadi larutan asam galat yang memiliki konsentrasi 100 ppm. Lalu diambil larutan asam galat sebanyak 300 μ l pada masing-masing konsentrasi (2, 4, 8, 16, dan 32 ppm) dan diletakkan pada tabung reaksi. Kemudian larutan asam galat ditambahkan dengan reagen *Folin Ciocalteu* sebanyak 1,5 ml. Lalu digojog dan didiamkan selama 3 menit. Pada masing-masing konsentrasi ditambahkan dengan larutan Na_2CO_3 7,5% sebanyak 1,2 mL dan dihomogenkan. Setelah homogen, tabung-tabung tersebut diletakkan pada inkubator selama 45 menit pada suhu $\pm 37^\circ\text{C}$. Setelah itu, masing-masing konsentrasinya diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang maksimum 765 nm. Kemudian, dari hasil absorbansi tersebut dapat digunakan untuk membuat kurva kalibrasi hubungan konsentrasi asam galat dan absorbansi.

Cara uji fenol menurut Muaja *et al.* (2013), dengan cara melarutkan sampel sebanyak 0,02 g ke dalam 100 ml aquades. Lalu ambil 1 ml larutan sampel dan tambah dengan 1 ml reagen *Folin--Ciocalteu* 50% dan dimasukkan kedalam tabung reaksi. Selanjutnya larutan dalam tabung reaksi di vortex selama 3 menit. Setelah itu ditambahkan dengan larutan Na_2CO_3 2%. Kemudian larutan yang telah homogen didiamkan dalam ruang gelap selama 30 menit. Selanjutnya dilakukan perhitungan absorbansi sampel menggunakan spektrofotometer dengan gelombang 760 nm. Hasil pada spektrofotometer dinyatakan sebagai ekuivalen asam galat (mg / kg) sampel. Dari absorbansi tersebut dapat ditentukan konsentrasi dari kadar fenol dengan rumus :

$$y = ax + b$$

Keterangan :

y = absorbansi fenolik

x = konsentrasi kadar fenol (ppm)

a dan b = konstanta

Selain itu kadar equivalen dari asam galat dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

Kadar equivalen = 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

Dalam prosedur uji LC₅₀ menurut Muaja *et al.* (2013), yang harus dilakukan adalah sebagai berikut :

- 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

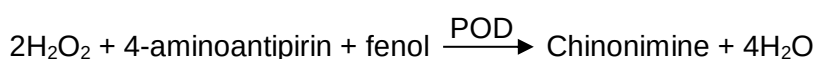
Penentuan konsentrasi larutan uji yang digunakan yaitu dengan menggunakan ekstrak daun soyogik (*Saurauia bracteosa* DC) dengan konsentrasi 700, 600, 500, dan 0 ppm tanpa penambahan ekstrak dengan cara pengenceran yang diambil dari larutan stok 1000 ppm yang dibuat dengan cara mengambil 1 g ekstrak daun soyogik (*Saurauia bracteosa* DC) 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 ekstrak daun soyogik (*Saurauia bracteosa* DC) (ekstrak + 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

- Prosedur Uji Kadar Glukosa Darah

Pengukuran kadar glukosa darah hewan uji dilakukan pada hari ke 0 ; 7 ; 14; 21. Metode yang ^{GOD} digunakan dalam pengujian kadar glukosa darah berdasarkan pada metode perusahaan *Kit Glucose GOD-FS*. Metode *glucose GOD-PAP* menurut Subiyono *et al.* (2016), penentuan kadar glukosa darah dapat melalui berbagai metode, dapat ditentukan berdasarkan sifat glukosa yang dapat mereduksi ion-ion logam tertentu ataupun melalui pengaruh enzim khusus untuk menghasilkan glukosa yaitu enzim glukosa oksidase. Enzim glukosa oksidase ini merupakan enzim yang mengubah glukosa menjadi asam glukonat. Enzim glukosa oksidase menurut Diasys (2016), memiliki kemampuan untuk merubah glukosa dan oksigen menjadi asam glukonat dan H₂O. Selanjutnya H₂O akan direaksikan dengan 4-aminontripin dan fenol dan menghasilkan *chinobimine* yang akan menjadi berwarna kemerhan dan H₂O. Reaksi ini dikatalis oleh enzim peroksidase (POD). *Chinimine* yang terbentuk eivalen dengan glukosa sehingga warna yang terukur dari *chinimine* akan sebanding dengan kadar glukosanya. Reaksinya adalah sebagai berikut :



Sebelum dilakukan pengambilan darah pada hewan uji, terlebih dahulu hewan dipuasakan selama ± 12 jam. Puasa pada tikus bertujuan untuk mendapatkan kadar

glukosa murni. Cara pengambilan darah dan seum pada tikus diabetes mellitus adalah dengan beberapa tahap, sebagai berikut :

1. Tikus dipuasakan selama 12 jam
2. Bagian punggung tikus dipegang dengan telapak tangan kiri
3. Tangan kanan membawa alat *syringe* dan dilakukan penusukan pada pembuluh darah di bagian ekor kemudian darah diambil
4. Darah akan mengalir keluar melalui *syringe* dan ditampung
5. Darah yang telah di dapatkan di pindahkan kedalam cuvet dan dilakukan *sentrifuge*
6. Setelah di *sentrifuge* darah dan serum akan terpisah. Serum darah akan berada dibagian atas berwarna bening kekuningan dan bagian bawah akan berwarna merah.

Prosedur analisa kadar glukosa darah menggunakan metode GOD-PAP pada laboratorium Gizi Departemen Gizi Kesehatan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga Surabaya adalah sebagai berikut :

a. Cara pembuatan serum

Setelah pengambilan darah dari tikus, selanjutnya darah diambil serumnya dengan cara :

- Darah dari hewan coba yang telah diambil melalui pembuluh darah di ekor sebelumnya diambil kembali sebanyak 1 ml diletakkan pada wadah sampel
- Darah kemudian di sentrifuse pada kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Hal ini bertujuan untuk memisahkan plasma dan serum darah
- Serum dan plasma terpisah

b. Penetapan blanko

Penetapan blanko dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- Ambil aquades sebanyak 10 mikromili kemudian tambahkan dengan 1000 mikromili reagen kit glukosa , letakkan pada tabung reaksi
- Larutan aquades dan kit glukosa kemudian di vortex
- Selanjutnya dilakukan inkubasi pada suhu ruang (kisaran 20-25°C) selama 20 menit
- Selanjutnya larutan dibaca absorbansinya pada panjang gelombang 500 nm

c. Penetapan standar

Cara melakukan penetapan larutan standar adalah sebagai berikut :

- Glukosa standar diambil sebanyak 10 mikromili dan dicampurkan dengan 1000 mikromili reagen kit glukosa dan dimasukkan kedalam tabung reaksi
- Kemudian larutan dihomogenkan menggunakan vortex
- Setelah itu diinkubasi dalam suhu ruang (kisaran suhu 20-25°C)
- Selanjutnya dibaca absorbansi dengan panjang gelombang 500 nm

d. Penetapan sampel

Cara pengujian kadar glukosa darah hewan coba dengan cara sebagai berikut :

- Sampel serum darah hewan coba diambil sebanyak 10 mikromili
- Tambahkan 1000 mikromili reagen kit glukosa dan dimasukkan kedalam tabung reaksi
- Selanjutnya dihomogenkan dengan vortex
- Kemudian diinkubasi dalam suhu ruang (dengan kisaran suhu 20-25°C) selama 20 menit
- Selanjutnya dibaca absorbansinya dengan panjang gelombang 500 nm

Rumus kadar glukosa darah tikus dapat diketahui dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

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

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

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

Ransum yang diberikan pada hewan uji setiap hari sebanyak 20 g / hari dapat diketahui jumlah yang dikonsumsi dengan menghitung selisih antara ransum yang diberikan dan sisa yang tidak dimakan oleh tikus. Untuk mengetahui jumlah konsumsi ransum, pada penelitian dilakukan pengamatan setiap hari, selama 21 hari.

Jumlah feses tikus dapat diketahui dengan cara menimbang feses yang telah dikeluarkan oleh hewan uji. Pengamatan pada jumlah konsumsi ransum dan jumlah feses tikus dilakukan setiap hari selama 21 hari pengamatan.

3.4 Analisis Data

Data yang diperoleh dari pengamatan tikus wistar putih kemudian dianalisis dengan menggunakan ANOVA (*Analysis Of Variance*) dan dilanjutkan dengan uji Duncan (SPSS versi 25.0). Uji lanjut dengan Duncan ini bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan antara faktor tiap perlakuan yang digunakan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

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

Bahan baku yang digunakan dalam proses pembuatan cuka kelopak buah mangrove dalam penelitian ini adalah kelopak dari buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*). Bahan baku yang telah diolah menjadi cuka selanjutnya akan dilakukan analisis. Analisis yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui kandungan senyawa bioaktif yang terkandung di dalam cuka kelopak buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) secara kuantitatif. Uji fitokimia yang dilakukan pada cuka diantaranya uji kandungan flavonoid, total fenol, dan aktivitas antioksidan atau IC₅₀. Hasil uji fitokimia pada cuka kelopak buah mangrove dapat dilihat pada Tabel 6.

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

Kode Sampel	Hasil
pH	4,0
Total Flavonoid (mgQE/100ml)	169,25
Total Fenol (mgGAE/100ml)	423,40
Aktivitas Antioksidan (IC ₅₀) (ppm)	94,00

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

Pada hasil analisa pH pada cuka kelopak buah mangrove, didapatkan nilai pH sebesar 4,0. Hasil pH pada cuka kelopak ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan pH pada cuka apel di penelitian Atro *et al.* (2015), yaitu sebesar 3,13. Semakin tinggi nilai pH menurut Nendissa *et al.* (2015), disebabkan karena pada saat fermentasi secara anaerob oleh ragi *S. Cereviseaen* lebih mudah memecah gula menjadi alkohol sehingga kadar alkohol yang dihasilkan juga tinggi. Hasil dari kadar alkohol yang tinggi tersebut kemudian difermentasi oleh bakteri *A. acetii* menjadi asam asetat sehingga asam asetat yang dihasilkan juga tinggi. Peningkatan asam asetat ini juga akan menurunkan pH akhir dari produk cuka.

Pada hasil pengujian flavonoid didapatkan hasil 169,25 mgQE/100ml. Jika dibandingkan dengan penelitian Zubaidah *et al.* (2016), kandungan flavonoid pada cuka kelopak buah mangrove pedada lebih tinggi dibandingkan dengan cuka salak yang memiliki kandungan flavonoid sebesar 131,5 mg/L. Flavonoid merupakan agen antidiabetes yang potensial. Flavonoid bersifat *insulinomimetic* dan *antihiperglikemik* yang dapat memperbaiki kondisi penderita diabetes (Candra, 2012). Flavonoid menurut Arifin dan Sanusi (2018), memiliki berbagai efek bioaktif diantaranya anti virus, anti inflamasi, kardioprotektif, anti kanker, anti penuaan, antioksidan dan antidiabetes.

Flavonoid menurut Wachidah (2013), memiliki hubungan yang signifikan antara kandungan flavonoid dengan aktivitas antioksidan. Semakin tinggi kadar flavonoid maka semakin tinggi juga aktivitas antioksidan. Flavonoid sebagai antioksidan bekerja dengan cara mendonasikan atom hidrogennya melalui kemampuan mengkelat logam yang biasanya berbentuk glukosida atau dalam bentuk aglikon. Antioksidan sendiri merupakan senyawa yang dapat menghambat oksidasi dengan cara menangkap radikal bebas (Rusdi *et al.*, 2017).

Pada hasil uji total fenol, didapatkan hasil sebesar 423,40 mgGAE/100ml. Jika dibandingkan hasil dari penelitian yang dilakukan oleh Zubaidah dan Izzati (2015), kandungan total fenol yang terdapat pada cuka salak lebih rendah, yaitu 229,67 mg/L sedangkan kandungan total fenol pada cuka apel dari penelitian tersebut sebesar 135,38 mg/L tentu aja hasil tersebut lebih rendah jika dibandingkan dengan hasil total fenol dari cuka kelopak buah mangrove pe dada. Pengujian total fenol menurut Djapiala *et al.* (2013), merupakan dasar untuk melakukan uji aktivitas antioksidan yang bertujuan untuk menentukan total senyawa fenolik yang terkandung didalam sampel, sehingga diduga jika kandungan senyawa fenolik didalam sampel tinggi, maka aktivitas antioksidannya akan tinggi. Senyawa fenolik dapat berperan dalam mencegah terjadinya oksidasi.

Sebagian besar antioksidan yang terdapat pada tanaman merupakan senyawa polifenol.

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. Pernyataan ini juga telah dibuktikan dari penelitian aktivitas total fenol yang terdapat pada kulit manggis (*Garcinia mangostana L*) yang menunjukkan hubungan yang berbanding lurus antara total fenol dan aktivitas antioksidan.

Sedangkan untuk hasil uji IC₅₀ atau uji antioksidan pada cuka kelopak buah mangrove pedada didapatkan hasil sebesar 94,00 ppm dan dapat dikatakan memiliki aktivitas antioksidan yang kuat. Hasil IC₅₀ atau antioksidan cuka kelopak buah mangrove tersebut lebih rendah jika dibandingkan dengan penelitian Anggorowati *et al.*(2016), yaitu minuman teh daun alpukat (*Persea americana miller*) yang memiliki kadar antioksidan tertinggi dengan nilai IC₅₀ 24,86 ppm.

Buah yang memiliki kandungan fenolik tinggi berpotensi memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi (Rekha *et al.*, 2012). Kandungan komponen bioaktif yang dianalisis dalam cuka kelopak buah adalah senyawa yang berkaitan dengan potensi cuka kelopak 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.

Antioksidan sangat penting bagi tubuh karena merupakan senyawa yang dapat menghambat oksigen reaktif dan radikal bebas didalam tubuh. Cara kerja antioksidan didalam tubuh adalah dengan cara memberikan satu atau lebih elektron kepada radikal bebas sehingga menjadi suatu molekul yang normal

kembali. Dari cara kerja itu antioksidan dapat menghentikan kerusakan yang ditimbulkan (Setiawan dan Hilda, 2017).

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

Sebelum dilakukan pengukuran kadar glukosa darah pada tikus, hewan uji terlebih dahulu diadaptasi selama 7 hari. Hal ini bertujuan untuk membuat tikus beradaptasi dengan lingkungan baru. Setelah masa adaptasi selesai, tikus yang belum diberi perlakuan terlebih dahulu dilakukan pengukuran kadar glukosa darah, hal ini bertujuan untuk memastikan tikus yang akan digunakan untuk hewan uji belum mengidap diabetes ataupun penyakit lain. Setelah itu, tikus yang telah diukur kadar glukosa darahnya dan dinyatakan sehat, selanjutnya tikus diberi perlakuan pemberian obat yang dapat menaikkan kadar glukosa darah diatas normal yaitu *alloxan monohydrate* atau aloksan. Pemberian obat dilakukan dengan menyutikkan aloksan ke hewan uji melalui intraperitoneal. Pengkondisian tikus menjadi diabetes ini dilakukan sampai kadar glukosa darah tikus melebihi normal saat diukur. Saat pengambilan darah pada tikus sebelumnya tikus dipuasakan terlebih dahulu selama ± 12 jam. Kadar glukosa darah tikus diabetes menurut Candra (2012), adalah kadar glukosa darah yang ≥ 126 mg/dL. Pengkondisian tikus diabetes pada penelitian ini dilakukan selama 2 hari. Data kadar glukosa darah tikus wistar putih (*Rattus novergicus*) sebelum dan sesudah induksi aloksan dapat dilihat pada Tabel 7.

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

Perlakuan	Kadar Glukosa Darah	
	Sebelum induksi aloksan (Hari ke- 0)	Setelah induksi aloksan (Hari ke- 2)
Kontrol Negatif (-)	85,33±0,58	222,33±2,08
Kontrol Positif (+)	87,67±0,58	224,00±2,65
0,2 ml / tikus / hari (P1)	84,33±1,53	226,00±2,65
0,4 ml / tikus / hari (P2)	83,00±1,73	225,67±3,51
0,6 ml / tikus / hari (P3)	83,67±1,15	220,00±6,00

Keterangan :

*Data merupakan rerata 3 kali ulangan

Bila dilihat dari tabel diatas, setelah injeksi aloksan selama 2 hari kadar glukosa darah tikus naik cukup tinggi hingga melebihi kadar glukosa darah tikus normal sehingga hewan uji tersebut dikatakan terkena DM. Identifikasi kadar glukosa darah pada tikus wistar putih diklasifikasikan menjadi beberapa, diantaranya tikus dengan kadar glukosa darah 110 mg/dL dikatakan bukan DM, tikus dengan kadar glukosa darah 110-125 mg/dL dikatakan belum pasti mengidap DM, dan tikus dengan kadar glukosa darah >126 mg/dL dikatakan positif DM (Setiawan, 2011).

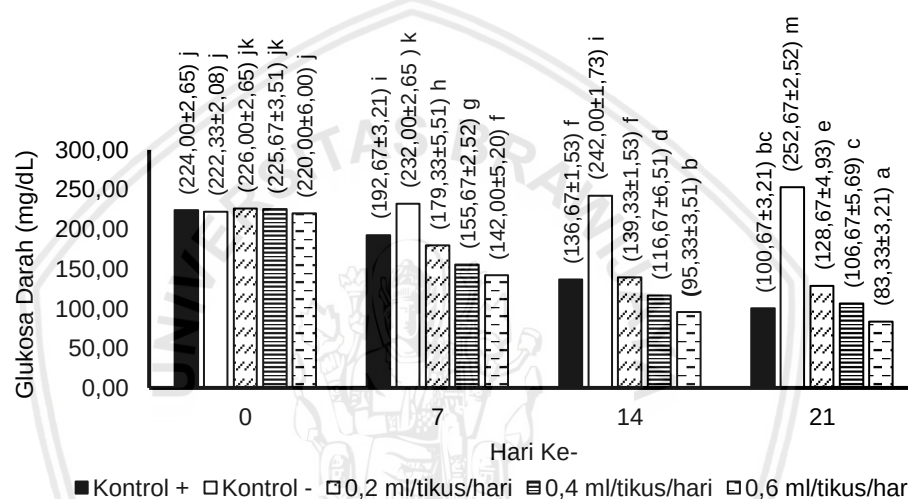
4.3 Pengaruh Pemberian Cuka Kelopak Buah Mangrove Pedada (*Sonneratia alba*) Terhadap Glukosa Darah, Berat Badan, Jumlah Ransum, dan Feses Tikus Wistar Hiperglikemia.

4.3.1 Kadar Glukosa Darah

Dalam penelitian ini, tikus terlebih dahulu dipuasakan selama 12 jam sebelum diberikan perlakuan. Hal tersebut bertujuan untuk menjaga agar kadar glukosa darah stabil. Hal ini sesuai dengan penelitian Fahri (2005), bahwa tikus perlu dipuasakan selama 10-14 jam sebelum pengambilan darah. Hal tersebut dilakukan agar tidak terdapat perubahan kadar glukosa. Kadar glukosa darah tikus dari hari ke hari semakin mengalami penurunan yang signifikan. Semakin tinggi

dosis maka cuka kelopak buah mangrove pedada (*Soneratia alba*) semakin bisa menurunkan kadar glukosa darah tikus.

Hasil ANOVA data kadar glukosa darah (Lampiran 4) menunjukkan perlakuan lama hari dan dosis , serta interaksi dari keduanya berpengaruh nyata terhadap kadar glukosa darah tikus atau ($p < 0,05$). Hasil uji lanjut glukosa darah tikus wistar putih dengan metode Duncan dan rata-rata kadar glukosa darah tikus dapat dilihat pada Gambar 6.



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

Gambar 6. Histogram glukosa darah tikus selama 21 hari

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

Tikus wistar putih yang diberikan cuka kelopak buah mangrove pedada dengan dosis 0,2 ml / tikus / hari mengalami penurunan kadar glukosa darahnya dari 226,00 mg/ dL pada hari ke-0 menjadi 128,67 pada hari ke-21. Pada tikus wistar putih yang diberikan dosis cuka 0,4 ml/ tikus / hari mengalami penurunan glukosa darah dari 225,67 mg/dL pada hari ke-0 menjadi 106,67 mg/dL pada hari ke-21. Pada tikus wistar putih yang diberikan dosis cuka 0,6 ml/ tikus / hari mengalami penurunan glukosa darah dari 220,00 mg/dL pada hari ke-0 menjadi 83,33 mg/dL pada hari ke-21. Pada tikus yang diberikan cuka dengan dosis 0,2 ml / tikus / hari memiliki angka penurunan yang tidak banyak jika dibandingkan dengan tikus yang diberikan dosis cuka kelopak buah 0,6 ml/ tikus / hari, hal ini dikarenakan respon tubuh setiap tikus yang digunakan berbeda-beda. Selain itu kadar senyawa aktif yang terkandung didalam cuka dengan dosis 0,2 ml lebih rendah sehingga kemampuan untuk menurunkan kadar glukosa darah tikus juga rendah.

Pada perlakuan kontrol (+), tikus yang telah di injeksi aloksan untuk menaikkan kadar glukosa darah kemudian di berikan obat *glibenclamide* yang bertujuan untuk menurunkan kadar glukosa darah secara kimiawi. Dari histogram diatas dapat dilihat hasil kontrol (+) mengalami penurunan kadar glukosa dari 224,00 mg/dL pada hari ke-0 menjadi 100,67 mg/dL pada hari ke-21. Sedangkan pada tikus kontrol (-) tidak mengalami penurunan melainkan mengalami kenaikan dari hari ke-0 sebesar 222,33 mg/dL menjadi 252,67 mg/dL pada hari ke-21, hal ini dikarenakan pada tikus kontrol (-) tidak dilakukan pemberian obat untuk menurunkan kadar glukosa darah melainkan hanya diberikan injeksi aloksan untuk menaikkan kadar glukosa darah.

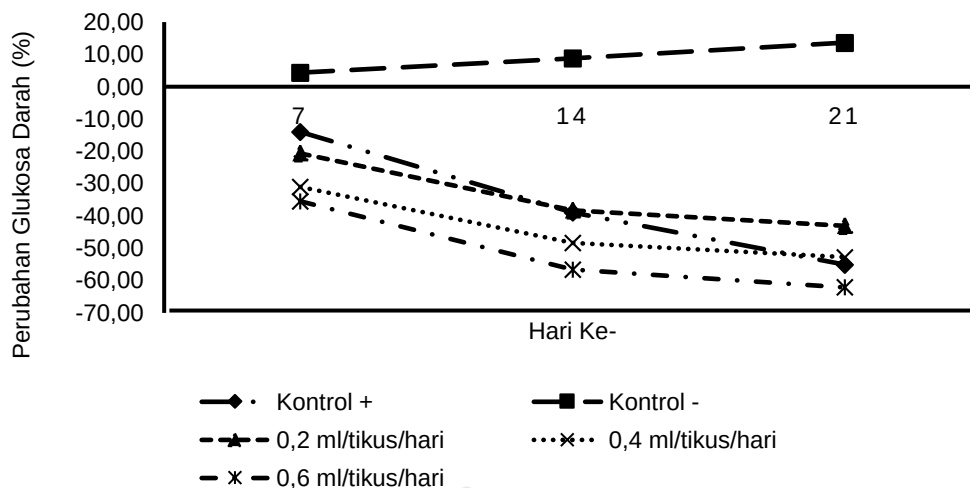
Dari histogram Gambar 6 dapat dilihat bahwa, penurunan kadar glukosa darah tertinggi terjadi pada perlakuan pemberian cuka kelopak buah mangrove pedada dengan dosis 0,6 ml/ tikus / hari. Perlakuan pemberian cuka dengan dosis

0,6 ml/ tikus / hari terbukti lebih optimal menurunkan kadar glukosa darah tikus dibandingkan dengan penggunaan obat kimia *glibenclamide*.

Pada cuka kelopak buah 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 Novial *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 insulin perifer. Selain itu flavonoid juga mampu mengurangi komplikasi diabetes yang disebabkan oleh abnormalitas dari profil lipid dan resistensi insulin.

Kontrol (+) yang digunakan dalam penelitian ini adalah tikus yang diberikan obat *glibenclamide* dengan dosis 0,09 mg. Menurut Novrial *et al.* (2012), obat *glibenclamide* merupakan suatu obat Hipoglikemik Oral (OHO). Obat ini dapat menstimulasi sel β pankreas untuk melepaskan insulin yang tersimpan (stored insulin) dan melepaskan sekresi insulin akibat rangsangan glukosa.

Untuk mengetahui besarnya pengaruh perlakuan terhadap perubahan kadar glukosa darah tikus wistar putih, maka dilakukan perhitungan presentase perubahannya (Lampiran 4). Grafik presentase perubahan kadar glukosa darah dapat dilihat pada Gambar 7.



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

Pada gambar diatas diketahui bahwa kadar glukosa darah tikus wistar putih setiap 7 hari sekali mengalami penurunan. Semakin tinggi dosis yang diberikan , semakin dapat menurunkan kadar glukosa darah tikus wistar putih. Presentase perubahan kadar glukosa darah pada hari 7 paling pesat terjadi pada pemberian cuka kelopak buah mangrove pedada dengan dosis 0,6 mg/ tikus / hari sebesar 35,45%. Pada hari ke-14 penurunan paling pesat terjadi pada pemberian dosis 0,6 mg/ tikus / hari sebesar 56,67%, dan pada hari ke-21 terjadi penurunan paling pesat pada pemberian dosis 0,6 mg/ tikus / hari sebesar 62,12%.dari data tersebut diketahui bahwa pada dosis poaling tinggi terjadi penurunan paling pesat dibandingkan dengan dosis lain.

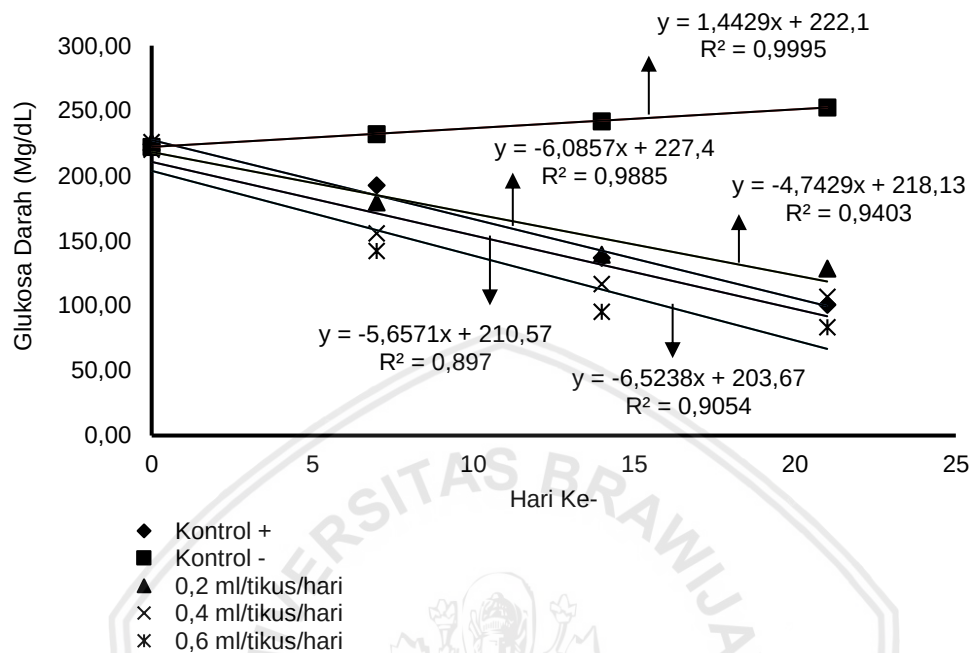
Perlakuan pemberian cuka kelopak buah mangrove dengan berbagai macam dosis dilihat dari grafik diatas mampu menurunkan kadar glukosa darah tikus wistar putih dengan presentase penurunan yang berbeda-beda setiap dosis.semakin tinggi dosis yang diberikan, maka semakin pesat juga penurunan kadar glukosa darah tikus wistar putih. Pada kontrol (+) didapatkan penurunan kadar glukosa darah sebesar 55,06% pada hari ke-21. Terjadinya penurunan pada kontrol (+) membuktikan bahwa perlakuan pemberian obat *glibenclamide* mampu menurunkan kadar glukosa darah dengan baik. Sedangkan pada kontrol (-) tidak

mengalami penurunan kadar glukosa darah, melainkan mengalami kenaikan sampai pada hari ke-21 sebesar 13,64%, hal ini dikarenakan pada kontrol (-) tidak diberikan obat antidiabet melainkan hanya disuntikkan aloksan saja.

Hasil uji lanjut menggunakan uji Duncan didapatkan hasil yang berbeda nyata dari parameter lama hari dan dosis yang diberikan. Penurunan kadar glukosa darah disebabkan oleh kandungan bioaktif pada cuka kelopak buah mangrove pedada yang dapat menyebabkan penurunan glukosa darah. Mekanisme penurunan glukosa menurut Katno *et al.*, (2016), ekstrak etanol daun teh secara bermakna menurunkan kadar glukosa darah tikus putih, kemungkinan karena dapat merangsang pelepasan insulin pada sel yang tidak rusak sempurna. Efek penurunan kadar glukosa darah diduga melalui perbaikan sel - sel beta, karena kandungan flavonoid dalam cuka kelopak buah juga bersifat antioksidan sehingga dapat melindungi kerusakan sel-sel pankreas dari radikal bebas. Sedangkan alkaloid dan tanin (epigallocatekin) ikut berperan dalam menurunkan kadar glukosa darah kemungkinan melalui penghambatan absorpsi glukosa di usus. Ditambahkan oleh Julianti *et. al.*, (2015), mekanisme antidiabetes dari flavonoid tersebut 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 kelopak buah mangrove pedada diduga menjadi faktor yang dapat mengendalikan glukosa darah pada tikus diabetes.

Penurunan kadar glukosa darah tikus wistar putih dan penentuan hari hingga glukosa darah mencapai batas normal dapat dihitung dengan

menggunakan persamaan regresi. Hasil persamaan regresi pengaruh pemberian cuka kelopak buah mangrove pedada dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik regresi kadar glukosa darah.

Pada gambar diatas dapat diketahui tentang persamaan regresi dari pemberian cuka kelopak buah mangrove (*Sonneratia alba*) Setiap perlakuan memiliki kemampuan penurunan kadar glukosa masing-masing sehingga mempunyai persamaan regresi yang berbeda. Dari persamaan yang telah didapatkan semakin kecil nilai (X) maka kemampuan dalam penurunan kadar glukosa semakin besar.

Jika persamaan regresi tersebut dimasukkan kadar glukosa normal, maka akan diketahui waktu kapan tikus diabetes akan sembuh. Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa pada semua perlakuan dapat menurunkan kadar glukosa darah tikus. Penurunan glukosa darah terjadi mulai hari ke-7 hingga hari ke-21. Penurunan glukosa darah dihitung dengan persamaan regresi yang akan diketahui. 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 keopak buah magove pedada terhadap kadar glukosa darah dapat dilihat pada Lampiran 4.

Kadar glukosa darah dari hewan uji mencapai normal dapat diketahui dengan menggunakan persamaan regresi. Kadar glukosa darah tikus mengalami penurunan dengan pemberian perlakuan cuka kelopak buah mangrove pedada dan kontrol (+) menggunakan *glibenclamide*. Data hari kadar glukosa darah tikus DM akan normal dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Glukosa darah tikus mencapai batas normal

Perlakuan	Persamaan Regresi	Glukosa Darah Normal (Hari ke-)
Kontrol Negatif (-)	$y = 1,449x + 222,1$	-
Kontrol Positif (+)	$y = -6,0857x + 227,4$	22
0,2 ml/tikus/hari (P1)	$y = -4,7429x + 218,13$	28
0,4 ml/tikus/hari (P2)	$y = -5,6571x + 210,57$	22
0,6 ml/tikus/hari (P3)	$y = -6,5238x + 203,67$	18

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

Dari tabel diatas sebagai contoh untuk tikus dengan perlakuan kontrol (+) didapatkan persamaan regresi $y = -6,0857x + 227,4$ artinya nilai *slope* pada tikus kontrol (+) sebesar -6,0857. Untuk mendapatkan perhitungan hari ke berapa

glukosa darah tikus diabetes dengan perlakuan kontrol (+) akan kembali normal adalah dengan cara memasukkan kadar glukosa darah tikus normal pada masing-masing perlakuan kedalam persamaan regresi sebagai nilai y. Kemudian dihitung dengan cara memindah ruas dan didapatkan hasil kapan glukosa darah tikus tersebut akan kembali normal. Cara tersebut berlaku juga pada tikus dengan perlakuan dosis 0,2 ; 0,4 ; dan 0,6 ml / tikus / hari. Untuk cara perhitungan hari kembali normalnya kadar glukosa darah pada tikus diabetes secara rinci telah dituliskan pada Lampiran 4.

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

- Dosis 0,2 ml

Dosis untuk tikus X faktor konversi dari tikus ke manusia

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

- Dosis 0,4 ml

Dosis untuk tikus X faktor konversi dari tikus ke manusia

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

- Dosis 0,6 ml

Dosis untuk tikus X faktor konversi dari tikus ke manusia

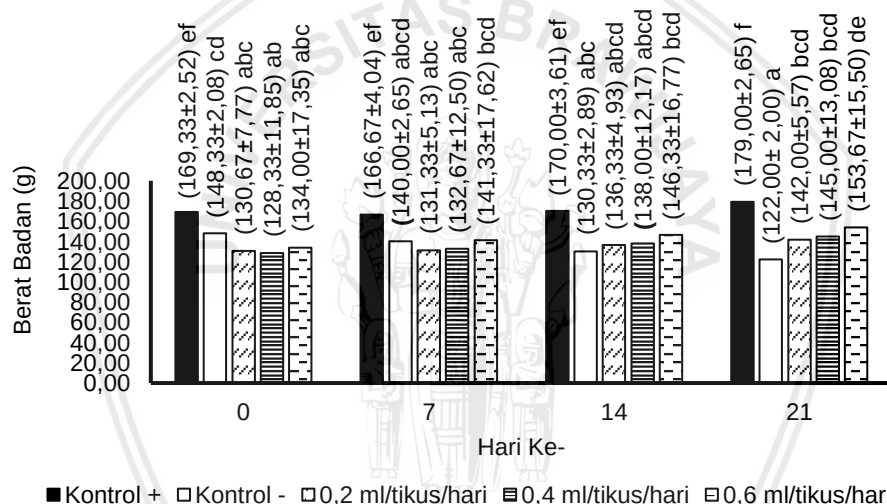
$$0,6 \text{ ml} \times 56,0 = 33,6 \text{ ml} / 70 \text{ kg BB}$$

4.3.2 Berat Badan Tikus

Pada penelitian ini perubahan berat badan tikus dapat dilihat saat penimbangan berat badan yang dilakukan selama 21 hari perlakuan yaitu pada hari ke 0, 7, 14 dan 21. Hal ini bertujuan untuk mengetahui perkembangan berat

badan tikus selama penelitian serta pengaruh pemberian cuka kelopak buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) terhadap berat badan tikus

Dari analisa data berat badan tikus (Lampiran 5), hasil dari uji ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan dosis berpengaruh nyata terhadap berat badan tikus atau ($p < 0,05$), sedangkan pada perlakuan lama hari pengamatan serta interaksi dari keduanya tidak memberikan pengaruh nyata terhadap berat badan tikus atau ($p > 0,05$). Hasil uji lanjut dengan Duncan dan Histogram rata-rata berat badan tikus dapat dilihat pada Gambar 9



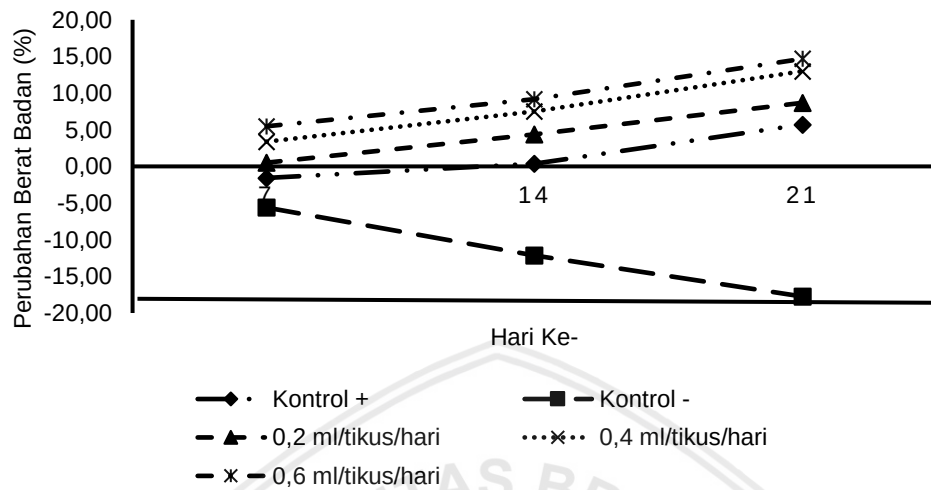
Keterangan: Notasi huruf diatas menunjukkan beda nyata pada ($p < 0,05$)

Gambar 9. Histogram berat badan tikus selama 21 hari.

Dari hasil gambar tersebut diatas, hasil uji lanjut menggunakan metode Duncan didapatkan hasil bahwa pemberian perlakuan dosis 0,2 ; 0,4 ; dan 0,6 ml / tikus / hari memberikan pengaruh nyata terhadap berat badan tikus. Berat badan tikus rata-rata (Gambar 8) bila dibandingkan dengan penelitian Sihombing (2010), tikus wistar dengan umur 2 bulan memiliki berat badan sebesar 117,94 gram. Pada tikus wistar dengan umur 3 bulan memiliki berat badan sekitar 150,84 gram.

Untuk mengetahui besar pengaruh perlakuan pemberian cuka kelopak buah mangrove terhadap berat badan tikus wistar, maka dilakukan perhitungan

persentase perubahan berat badan tikus (Lampiran 5). Grafik persentase perubahan berat badan tikus wistar dapat dilihat pada Gambar 10.



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

Dari Gambar 10 dapat diketahui perubahan berat badan tikus wistar baik penurunan maupun kenaikan berat badannya. Persentase perubahan berat badan tikus wistar paling pesat terjadi pada perlakuan dosis 0,6 ml / tikus / hari sebesar 14,68%. Pada perlakuan kontrol (+) hasil pengamatan hari ke-7 didapatkan hasil perubahan berat badan yang negatif hal ini menunjukkan terjadinya penurunan berat badan tikus, tetapi adanya peningkatan lagi pada hari ke-14 dan hari ke-21. Sedangkan pada hasil kontrol (-) , didapatkan hasil negatif pada semua hari pengamatan, hal ini disebabkan karena adanya berat badan yang terus menerus menurun pada seluruh hari pengamat. Penurunan berat badan yang terjadi pada tikus kontrol (-) secara terus-menerus disebabkan karena kondisi tikus yang positif terkena DM, hal ini sesuai dengan penelitian Puspanti *et al.*(2012), bahwa terjadi 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.

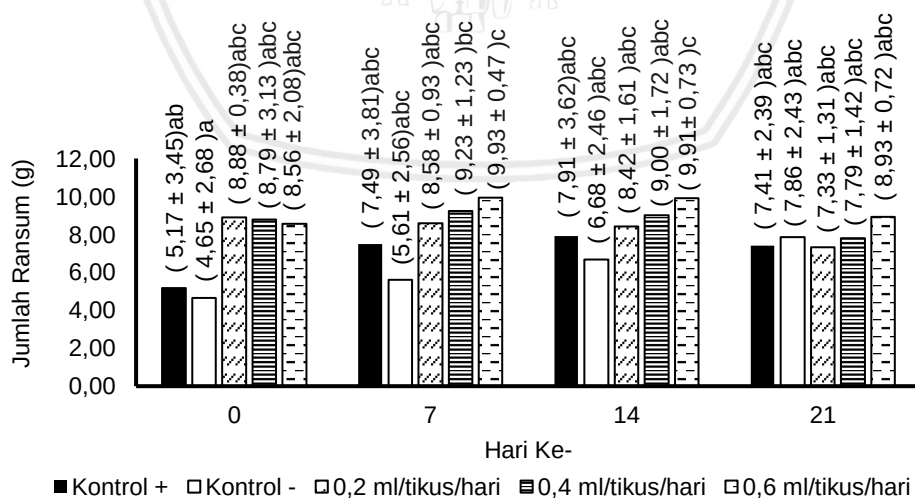
Pada data diatas dapat diketahui bahwa data yang dihasilkan hampir semua memiliki nilai positif, hal ini berarti adanya kenaikan berat badan pada tikus wistar setiap hari. Presentase perubahan berat badan terbesar terdapat pada perlakuan tikus dengan dosis cuka mangrove 0,6 ml / tikus / hari, hal ini menunjukan pada dosis tersebut dapat menurunkan kadar glukosa darah lebih efisien diandingkan dengan dosis yang lain, dengan menurunnya kadar glukosa darah sehingga nafsu makan tikus bertambah dan diolah dengan metaolisme tubuh tikus yang kembali normal, hal ini yang menyebabkan bertambahnya bobot badan tikus. Perubahan berat badan terendah terjadi pada perlakuan kontrol (+) sebesar 5,71%. Peningkatan berat badan pada tikus akan terus bertambah setiap harinya, hal ini sesuai dngan penelitian Herpandi (2006), meyakini bahwa pertumbuhan pada tikus akan berjalan setiap hari karena sifat tidak akan berhenti tumbuh yang dimiliki oleh tikus. Hal ni diarenakan pada tikus normal akan mengkonsumsi ransum secara terus-menerus sehingga dapat meningkatkan berat badan pada tikus.

4.3.3 Jumlah Ransum

Hasil dari jumlah ransum didapatkan dari perhitungan selisih antara jumlah pakan yang diberikan dengan sisa pakan dari masing-masing tikus. Perhitungan

jumlah ransum dilakukan setiap 1 minggu sekali selama 21 hari pengamatan. Jumlah pakan yang diberikan kepada tikus adalah sebanyak 20 gram. Menurut Permana (2010), kebutuhan pakan pada tikus wistar kurang lebih sebanyak 10% dari bobot tubuhnya jika ransum tersebut berupa ransum kering. Jika ransum tersebut merupakan ransum basah, maka kebutuhannya menjadi 15% dari bobot tubuhnya. Tidak hanya ransum, tikus juga membutuhkan minuman kira-kira 15-30 ml per hari. Jumlah tersebut dapat berkurang jika ransum yang diberikan telah mengandung banyak air. Rata-rata pemberian pakan pada tikus sebesar 15-20 gram untuk jantan dan 10-15 gram untuk betina.

Dari data analisa jumlah ransum (Lampran 6), hasil dari uji ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan lama hari pengamatan tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah konsumsi ransum tikus atau ($p > 0,05$), sedangkan dosis berpengaruh nyata terhadap konsumsi ransum tikus atau ($p < 0,05$). Namun interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah ransum yang dikonsumsi tikus atau ($p > 0,05$). Histogram hasil uji lanjut dengan metode Duncan dan rata-rata jumlah ransum yang dikonsumsi dapat dilihat pada Gambar 11.



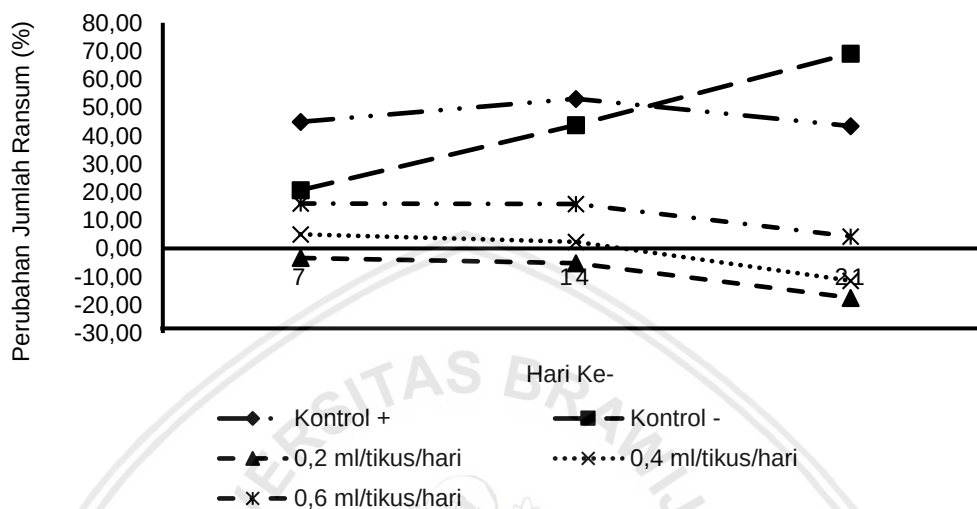
Keterangan: Notasi huruf diatas menunjukkan beda nyata pada ($p < 0,05$)

Gambar 11. Histogram konsumsi ransum tikus selama 21 hari.

Dari data diatas diketahui bahwa konsumsi jumlah ransum pada hari ke-0, hari ke-7, hari ke-14, dan hari ke-21 mengalami kenaikan dan penurunan. Pada tikus perlakuan kontrol (-) mengalami penurunan mulai hari ke-7 dan naik kembali pada hari ke-21. Pada tikus kontrol (+) mengalami kenaikan jumlah ransum mulai hari ke-0 dan mengalami penurunan pada hari ke-21. Rata-rata konsumsi ransum terbesar pada hari ke-0 terdapat pada perlakuan dosis 0,2 ml / tikus / hari yaitu sebesar 8,88 gram. Sedangkan konsumsi ransum terbesar pada hari ke-21 terdapat pada perlakuan 0,6 ml / tikus / hari yaitu sebesar 8,93 gram. Selain itu konsumsi ransum paling kecil pada hari ke-0 terdapat pada perlakuan kontrol (-) sebesar 4,65 gram. Sedangkan konsumsi ransum paling kecil pada hari ke-21 terdapat pada perlakuan kontrol (-) yaitu sebesar 7,86 gram.

Konsumsi ransum pada dosis 0,2 ml / tikus / hari hari ke-0 terbilang tinggi hal ini dikarenakan kondisi tikus yang mengalami DM mengakibatkan nafsu makan pada tikus yang tinggi sehingga mudah lapar. Sebaliknya pada dosis 0,6 ml / tikus / hari pada hari ke-21 menurun karena kondisi DM mulai menurun sehingga tikus tidak mudah lapar dan nafsu makan menurun. Konsumsi ransum pada tikus normal menurut Hartoyo *et al.* (2011), jumlah ransum yang dikonsumsi hewan coba tikus jenis *Rattus novergicus* berkelamin jantan yang berumur kurang dari 2 bulan dalam kondisi normal sebesar 11,20 gram. 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. Hewan uji akan mencapai produksi tertinggi apabila mendapatkan makanan yang memenuhi zat gizinya. Pada umumnya pakan dengan kualitas baik akan meningkatkan jumlah konsumsi ransum pada hewan coba.

Cara untuk mengetahui besarnya pengaruh perlakuan terhadap jumlah ransum yang dikonsumsi dapat dilakukan perhitungan presentase perubahan berat ransum (Lampiran 6). Grafik persen perubahan berat ransum dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik persen perubahan ransum tikus selama 21 hari.

Pada gambar diatas diketahui persentase perubahan ransum yang dikonsumsi selama 21 hari mengalami kenaikan dan penurunan. Presentase terbesar pada hari ke- 7 terdapat pada perlakuan kontrol (+) sebesar 44,81 % dan terendah pada perlakuan dosis 0,2 ml / tikus / hari sebesar 3,38%. Pada hari ke- 21 perlakuan terbesar pada perlakuan kontrol (-) sebesar 69,15% dan hasil terendah pada perlakuan dosis 0,6 ml / tikus / hari sebesar 4,24 %.

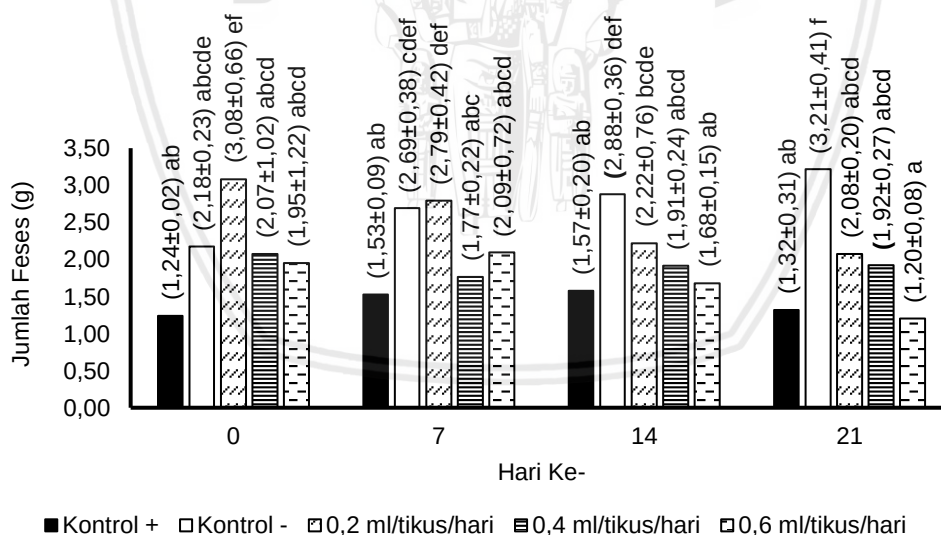
Pola konsumsi ransum yang berbeda dari setiap tikus percobaan dipengaruhi oleh kondisi tubuh hewan coba itu sendiri. Kondisi tubuh yang dapat mempengaruhi tingkat konsumsi ransum seperti tingkat stres tikus, kadar glukosa darah atau penyakit yang sedang diderita, nafsu makan, lingkungan dan lain-lain. pada umumnya tikus yang sedang mengalami penyakit DM memiliki nafsu makan yang tinggi, sehingga semakin sehat nafsu makan kembali normal. Menurut Permana (2010), yang dapat mempengaruhi konsumsi ransum diantaranya bobot

badan individu, individu hewan, tipe dan tingkat produksi, jenis pakan, dan faktor lingkungan.

4.3.4 Berat Feses

Hasil berat feses yang didapatkan bertujuan untuk mengamati apakah terdapat perubahan jumlah atau berat feses saat dilakukan pemberian cuka kelopak buah mangrove pedada. Penimbangan jumlah feses dilakukan setiap pagi dan ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik.

Dari data berat feses (Lampiran 7), hasil ANOVA menunjukkan dosis berpengaruh nyata terhadap berat feses tikus atau ($p < 0,05$), namun pada perlakuan lama hari pengamatan dan interaksi keduanya tidak memberikan pengaruh nyata terhadap berat feses tikus atau ($p > 0,05$). Hasil uji lanjut menggunakan uji Duncan serta berat fese dapat dilihat pada Gambar 13.



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

Gambar 13. Histogram berat feses tikus selama 21 hari.

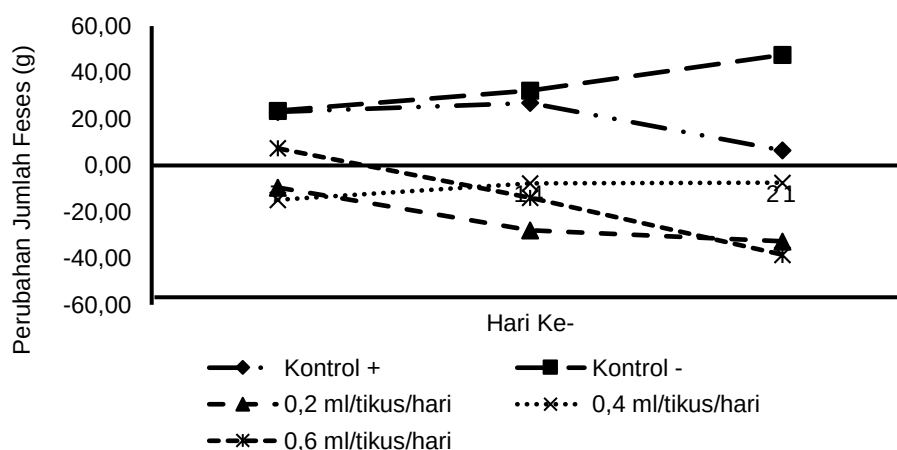
Pada Gambar 13. Berdasarkan uji lanjut menggunakan uji Duncan pemberian dosis cuka kelopak buah mangrove pedada memberikan pengaruh nyata terhadap berat feses tikus. Adanya penurunan berat badan pada hari ke-21

yang begitu pesat dikarenakan keadaan tikus yang telah kembali normal. Tikus yang normal dapat kembali mencerna makanan yang dimakannya kembali sehingga jumlah feses yang dikeluarkan jumlahnya menurun.

Pada hari ke-0, rata-rata jumlah berat feses terbesar terdapat pada tikus dengan perlakuan dosis 0,2 ml / tikus / hari sebesar 3,08 gram, sedangkan berat feses terendah pada perlakuan kontrol (+) sebesar 1,24 gram. Pada hari ke-21 berat feses terbesar pada perlakuan kontrol (-) sebesar 3,21 gram. Dan berat feses terkecil pada perlakuan dosis 0,6 ml / tikus / hari sebesar 1,20 gram. Pada hari ke-21 pada dosis tertinggi mengalami penurunan berat feses dikarenakan kondisi tikus telah kembali normal, sehingga makanan yang dikonsumsi telah dapat dicerna dan tidak banyak dikeluarkan menjadi feses.

Berat feses basah menurut Amalia (2014), pada tikus normal didapatkan hasil pada hari ke-1 sebesar 5,7 gram dan pada hari ke-15 sebesar 3,1 gram. Jumlah ini semakin bertambah seiring bertambahnya hari pengamatan. Jika dibandingkan dengan (Gambar 13) pernyataan tersebut memiliki perbedaan. Perbedaan dikarenakan kondisi tubuh dan fisik dari setiap tikus berbeda. Selain itu kondisi lingkungan dan pakan juga dapat mempengaruhi berat feses. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Kasmidjo (1994), bahwa besar kecilnya berat feses pada tikus dapat dipengaruhi oleh jenis pakan, umur tikus, teknik pengumpulan feses, faktor lingkungan tempat tikus hidup, dan cara pemeliharaan tikus itu sendiri.

Besarnya pengaruh perlakuan dosis dan lama hari terhadap berat feses tikus dapat diketahui melalui perhitungan presentase perubahan berat feses (Lampiran 6). Grafik persentase perubahan berat feses dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Grafik persen perubahan berat feses tikus selama 21 hari.

Dari (Gambar 14) diatas presentase perubahan berat feses hari ke-7 tertinggi pada perlakuan kontrol (-) sebesar 23,58%. Penurunan paling rendah pada hari ke-21 terdapat pada perlakuan dosis 0,6 ml / tikus / hari. Hal ini dikarenakan pada dosis tersebut tikus telah sembuh dan kembali normal sehingga berat feses bisa berkurang karena urin yang dihasilkan oleh tikus terus berkurang dan makanan yang dikonsumsi telah dapat dicerna dengan baik.

4.4 Hasil Toksisitas (LC₅₀) Cuka Kelopak Buah Mangrove Pedada.

Uji toksisitas dilakukan untuk mengetahui apakah cuka kelopak buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) mempunyai sifat toksik atau tidak. Pengujian LC₅₀ dilakukan menggunakan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) dengan menggunakan hewan uji larva *Artemia salina* Leach sebagai bioindikator. Hasil LC₅₀ diperoleh dari perhitungan log konsentrasi terhadap nilai probit. Hasil dari nilai LC₅₀ menunjukkan besarnya konsentrasi suatu bahan uji yang dapat menyebabkan 50% kematian terhadap larva *Artemia salina* Leach setelah perlakuan selama 24 jam.

Hasil perhitungan nilai log konsentrasi terhadap nilai probit dapat dilihat pada Lampiran 8. Hasil uji LC₅₀ pada cuka kelopak buah mangrove pedada didapatkan hasil sebesar 1336,50 ppm. Hasil dari LC₅₀ pada cuka kelopak jika

dibandingkan dengan hasil LC_{50} pada ekstrak daun sayogik dari penelitian Muaja *et al.*(2013), hasil pada cuka kelopak buah mangrove pedada lebih tinggi, hasil pada ekstrak daun sayogik sebesar 35,40 ppm. jika dibandingkan dengan penelitian LC_{50} pada minuman fungsional madu pada penlitian Sumarlin *et al.* (2014) memiliki nilai yang lebih tinggi, hasil LC_{50} pada madu didapatkan sebesar 1,50 ppm. Dengan hasil nilai LC_{50} tersebut menunjukkan bahwa cuka kelopak buah mangrove pedada mempunyai sifat tidak toksik. Hal ini sesuai dengan pernyataan Muaja *et al.*(2013), bahwa hasil LC_{50} merupakan konsentrasi dimana suau zat dapat menyebabkan kematian hingga 50%. Suatu zat dikatakan aktif atau toksik apabila memiliki nilai LC_{50} <1000 ppm untuk ekstrak dan <30 ppm untuk suatu senyawa murni.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- Dosis pemberian cuka kelopak buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) yang efektif dalam menurunkan kadar glukosa darah selama 21 hari pada tikus wistar adalah dosis 0,6 ml / tikus / hari.
- Waktu pemberian cuka kelopak buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) yang paling efektif untuk menurunkan kadar glukosa darah tikus wistar adalah 21 hari.

5.2 Saran

- Perlu dilakukan uji tentang senyawa spesifik dari cuka kelopak buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) yang berperan dalam penurunan glukosa darah.

- Pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan pemberian cuka kelopak buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*) yang dibagi 2 kali waktu dalam satu hari, misalnya diberikan pada pagi dan siang hari.



DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Anggorowati, D. A., G. Priandini, dan Thufail. 2016. Potensi daun alpukat (*Persea americana miller*) sebagai minuman teh herbal yang kaya antioksidan. *Industri Inovatif*. **6**(1):1-7.
- Arifin, B., dan S. Ibrahim. 2018. Struktur, bioaktifitas, dan antioksidan flavonoid. *Jurnal Zarah*. **6**(1):21-29.
- 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 Kasehat Maxy Indones*. **7**(1). 43-50.
- Atro,R,A., Periadnadi., Nurmiati. 2015. Keberadaan Mikroflora lami Dalam Fermentasi Cuka Apel Hijau (*Malus sylvestris* Mill.) Kultivar *Granny Smith*. *Jurnal Biologi*. **4**(3) : 158-161.
- Badan Standarisasi Nasional. 1996. SNI 01-4371-1996. Cuka fermentasi Departemen Perindustrian Republik Indonesia. Jakarta.
- Berlian, Z., F. Aini dan R. Ulandari. 2016. Uji kadar alkohol pada tapai ketan putih dan singkong melalui fermentasi dengan dosis ragi yang berbeda. *Jurnal Biota*. **2**(1):107-111.
- Cahyani,M,N. 2014. Pengaruh Pemberian Ekstrak Etanol Rimpang Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* roxb.) Terhadap Kadar Glukosa Darah Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Galur Wistar Yang Diinduksi Aloksan. Pontianak. Universitas Tanjungpura. *Skripsi*.
- Candra, S. 2012. Pengaruh Pemberian Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa blimbi* L.) Terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah Tikus Wistar Yang Diinduksi Aloksan. Semarang. Universitas Diponegoro. *Skripsi*.
- Caturyanti,D., S. Luwihan., dan S. Tamaroh. 2008. Pengaruh varietas apel dan campuran bakteri asam asetat terhadap proses fermentasi *cider*. *AGRITECH*. **28**(2): 70-75.
- Djapiala,F,Y., Lita., Montolalu., F. Metang. Kandungan Total Fenol Dalam Rumput Laut *Caulerpa Racemosa* Yang Berpotensi Sebagai Antioksidan. Unsrat. 1-5.
- Dyasis. 2016. *Fluid stable diagnostic systems international glucose FS. Kit Glucose FS*. Page 30.

- Fahri, C., Sutarno, dan L. Shanti. 2005. Kadar glukosa dan kolesterol total darah tikus putih (*Rattus norvegicus* L.) hiperglikemik setelah pemberian ekstrak metanol akar meniran (*Phyllanthus niruri* L.). *Jurnal Biofarmasi*. **3**(1):1-6.
- Eriani.I. R., dan Usman. 2017. Senyawa metabolit sekunder ekstrak metanol daun mangrove *Sonneratia alba* dan sifat toksisitasnya. *Prosiding Seminar Nasional*. 129-132.
- Firdausni. 2013. Pengaruh konsentrasi gula dan ragi dalam pembuatan cuka dari rosella (*Hibiscus sabdariffa*.l) terhadap mutu cuka rosella. *Jurnal Litbang Industri*. **3**(2):77-83.
- Gamma.P.M., dan K.B. Sherrington. 1981. Pengantar Ilmu Pangan Nutrisi dan Mikrobiologi. Gadjahmada University Press. Yogyakarta.
- Google image. 2018.
- Hamidatun, O.K. Mandasari., I. Rosdiana., dan S.D.Widiyana. 2014. Pengaruh cuka salak terhadap penurunan glukosa darah dan histopatologi pankreas tikus diabetes. *Program Kreativitas Mahasiswa*. 1-6.
- Handayani, S. 2013. Kandungan *flavonoid kulit batang dan daun pohon api – api* (avicennia marina (forks.) vierth.) sebagai senyawa aktif antioksidan. Bogor.Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian.Skripsi.
- Hardoko. 2008. Pengaruh konsumsi gel dari larutan rumput laut (*Euclidean cottonii*) 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.
- Indralisa., Safrida., Khairil., Abdullah., S.Mustafa. 2015. Profil Kadar Glukosa Darah Pada Tikus Setelah Penyuntikan Aloksan Sebagai Hewan Model Hiperglikemik. *Jurnal EduBio Tropika*. **3**(1):1-50.
- Januarersti, A., E. T. Sutrisno dan Y. Taufik. 2016. Pengaruh konsentrasi inokulum *acetobacter aceti* dan lama fermentasi terhadap karakteristik *vinegar murbei* (*Morus alba*). Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Bandung.
- Julianti E.D., N. Nurjanah., H. Yuniati., E. Ridwan., dan E. Sahara. 2015. Pengaruh Tapioka Termodifikasi Ekstrak Teh Hijau Terhadap Glukosa Darah dan hispatologi Pankreas Tikus Diabetes. *Jurnal Penelitian Gizi dan Makanan*. **38**(1): 51-60
- Kaseng.S.E., N. Muhliah., dan S. Irawan. 2016. Uji daya hambat terhadap pertumbuhan bakteri uji *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*

- ekstrak etanol daun mangrove *Rhizophora mucronata* dan efek antidiabetiknya pada mencit yang diinduksi aloksan. *Jurnal Bionature*. **17** (1):1-6.
- Katno., A. Anistyani., dan Saryanto. 2016. Uji Aktivitas Hipoglikemik Ekstrak Etanol Daun Teh (*Camellia Sinensis* L.) pada Tikus Putih Jantan Galur Wistar. Balai Besar Litbang TO-OT Tawangmangu. Prodi Farmasi Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata. Kediri. Hal 1-6.
- Kurniaji. A., M. Idris., dan Muliani. 2017. Uji daya hambat ekstrak daun mangrove (*Sonneratia alba*) pada bakteri *vibrio harveyi* secara *in vitro*. Perairan FPIK Universitas Halu Oleo.
- Kustyawati. M.E., M. Sari., dan T. Haryati. Efek fermentasi dengan *Saccharomyces cerevisiae* terhadap karakteristik biokimia tapioka. *Jurnal Agritech*. **33**(3):281-287.
- Kwartiningsih. E., dan L. N. S. Mulyati. Fermentasi kelopak buah nanas menjadi *vinegar*. *EKUILIBRIUM*. **4**(1):8-11
- Leasa. H., dan M.N. Matdoan. 2015. Pengaruh lama fermentasi terhadap total asam cuka aren (*Aenga pinnata merr*). *Biopendix*. **1**(2):135-140.
- Lidiasari E., M. I. Syafutri dan F. Syaiful. 2006. Pengaruh perbedaan suhu pengeringan tepung tapai ubi kayu terhadap mutu fisik dan kimia yang dihasilkan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. **8**(2):141-146.
- Manalu. 2011. Kadar beberapa vitamin pada buah pedada (*S. caseolaris*) dan hasil olahannya. Bogor. Institut Pertanian Bogor. *Skripsi*.
- Manalu. R. D. E., E. Salamah., F. Retiaty., dan N. Kurniawati. 2013. Kandungan zat gizi makro dan vitamin produk buah pedada (*Sonneratia caseolaris*) (macronutrient and vitamin contents of pedada's fruit products). *Jurnal Penelitian Gizi dan Makanan*. **36** (2):135-140.
- 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.
- Musa, W. J. A., Suleman, D., dan Rahmawati, H.T. 2017. Senyawa triterpenoid dari tumbuhan mangrove (*Sonneratia alba*). Gorontalo. Universitas Negeri Gorontalo. *Jurnal ITEKIMA*. **1** (1):36 – 37.
- Nendissa, S. J., Rachel, B., dan Nikholaus, M. 2015. Pengaruh konsentrasi ragi *saccharomyces cerevisiae* dan lama fermentasi terhadap kualitas cuka tomi-tomi (*flacourtia inermis*). *Jurnal Teknologi Pertanian*, **4**(2):50-55.
- Noor.Y.R., M. Khazali., dan Suryadiputra. 2006. Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia. Bogor: Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam / *Wetlands International-Indonesia Programme*.
- Nugraheni. M. 2011. Potensi makanan fermentasi sebagai makanan fungsional. Fakultas Teknik. *Jurnal Teknik Tata Boga* : 1-8.

- Nurismanto, R., T. Mulyani dan D. I. N. Tias. 2014. Pembuatan asam cuka pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) dengan kajian lama fermentasi dan konsentrasi inokulum (*Acetobacter acetii*). *Jurnal Rekapangan*. **8**(2): 149 – 155.
- Oktaria, Y. E. 2013. Uji aktivitas antidiabetes ekstrak etanol biji alpukat (*Persea americana* Mill.) terhadap tikus galur wistar yang diinduksi aloksan. Surakarta. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Paputungan, Z., D. Wonggo dan B. E. Kaseger. 2017. Uji fitokimia dan aktivitas antioksidan buah mangrove *Sonneratia alba* di desa Nunuk 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. Bogor. Institut Pertanian Bogor. *Skripsi*.
- Pianus, A. F., G. Sanger., dan D. Wonggo. 2015. Kajian perubahan mutu kesegaran ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) yang direndam dalam ekstrak rumput laut (*Euclima spinosum*) dan ekstrak buah bakau (*Sonneratia alba*). *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*. **3**(2):66-74.
- Poedjiraharjoe, E., D. Marsono., dan F. K. Wardhani. 2017. Penggunaan *principal component analysis* dalam distribusi spasial vegetasi mangrove di pantai utara pematang. *Jurnal Ilmu Kelautan*. **11**(2017): 29-42.
- Pratiwi, A. 2015. Pengaruh pemberian formula enteral berbahan dasar labu kuning (*Curcubita moschata*) terhadap albumin serum pada tikus diabetes melitus. Semarang. Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro. *Skripsi*.
- 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 tumbuhan mangrove di desa lebo kecamatan Parigi kabupaten Parigi Moutong dan pengembangannya sebagai media pembelajaran. *E-Jipbiol*. **1**: 1-9.
- Puspitasari, E., Rozirwan., dan M. Hendri. 2017. Uji toksisitas dengan menggunakan metode *brine shrimp lethality test* (bslt) pada ekstrak mangrove (*Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata*, *Sonneratia alba* dan *Xylocarpus granatum*) yang berasal dari Banyuwangi, Sumatera Selatan. *Ilmu Kelautan FMIPA Universitas Sriwijaya*.
- Reeves, G.P., F.H. Nielse., dan G.C. Fahey. 2015. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76a Rodent diet. *The Journal Of Nutrition*. University of Illinois. Urbana. 1939 – 1950.
- Rekha C, Poornima G, Manasa M, Abhipsa V, Devi JP, Kumar HTV, Kekuda TRP. 2012. Ascorbic acid, total phenol content and antioxidant activity of fresh

- juice of four ripe and unripe citrus fruits. *Research Article. Chemical Science Transactions*. **1** (2): 303-310.
- 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. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang. *Skripsi*.
- Rusdi, M., T. Hasan, Ardillah, dan Evianti. 2017. Perbandingan metode ekstraksi terhadap kadar flavonoid total dan aktivitas antioksidan batang *Boehmeria virgata*. Makassar .Fakultas Matematika dan Pengetahuan Alam. Universitas Islam Makassar.*Skripsi*.
- Setiawan M. 2011. *Pre-Diabetes dan Peran HBA1C dalam Skrining dan Diagnosis Awal Diabetes Melitus*. Staff Pengajar Fakultas Kedokteran. Universitas Muhammadiyah Malang. *Jurnal Kedokteran*. **7**(14): 57-64.
- Setiawan,N,C,E., dan H. Amalia. 2017. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Biji Buah *Areca Vestiaria* Giseke Dan Fraksinya Dengan Metode DPPH (2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl). *Jurnal Cis-Trans*. **1**(2) : 9-13.
- Sihombing, M. 2010. Status Gizi dan Fungsi Hati Mencit (Galur Cbs-Swiss) Dan Tikus Putih (Galurwistar) Di Laboratorium Hewan Percobaan Puslitbang Biomedis Dan Farmasi. *Media Litbang Kesehatan* . **20**(1): 33-40.
- Silfia dan S. Agustini. 2014. Pengaruh penambahan gula terhadap kualitas vinegar dari air kelapa. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. **25**(2): 117-124.
- Sinaga.R.N. 2016. Diabetes mellitus dan olahraga. *Jurnal Keolahragaan*. **15**(2):21-29.
- Soriton,H., P. V. Y. Yamlean., dan W. A. Lolo. Uji Efektivitas Ekstrak Etanol Daun Tapak Dara (*Catharantus roseus* (L.) G.Don) Terhadap Penurunan Kadar Gula Darah Tikus Putih Jantan Galur Wistar (*Rattus novergicus* L) Yang Diinduksi Sukosa. *Jurnal Ilmiah Farmasi*. **3**(3): 162-169.
- Subiyono., M.Atik Martsiningsih., D.Gabrela. Gambaran Kadar Glukosa Darah Metode GOD-PAP (*Glucose Oxidase-Peroxidase Aminoantypirin*) Sampel Serum dan Plasma EDTA (*Ethylene Diamine Tetra Acetat*). *Jurnal Teknologi Laboratorium*.**5**(1): 45-48.
- Sumarlin,L,O., A. Muawanah., P. Wardhani., Masitoh. 2014. Aktivitas Antikanker dan Antioksidan Madu di Pasaran Lokal Indonesia. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. **19**(3):136-144.
- Tjekyan.R.M.S. 2014. Angka kejadian dan faktor risiko diabetes melitus tipe 2 di 78 rt kotamadya Palembang tahun 2010. *Jurnal Media Kesehatan*. (2): 85-94.
- Wachidah, L, N. 2013. Uji Aktivitas Antioksidan Serta Penentuan Kandungan Fenolat dan Flavonoid Total Dari Buah Parijoto (*Mednilla speciosa Blume*). Jakarta. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. *Skripsi*.

- Wulandari, S. 2010. Pengaruh pemberian cuka apel dan salak terhadap kadar glukosa darah tikus wistar jantan yang diberi diet tinggi gula. Malang. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Brawijaya. *Skripsi*.
- Yuliawati, R., D. Kurniawan dan I. P. Sari. 2017. Efektifitas ekstrak etanol kelopak buah *Sonneratia alba* sebagai larvasida *Aedes aegypti*. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. **9**(2): 74-79.
- 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.
- Zulfa, N. 2018. Efek ekstrak etanol daun jeruju (*Achantus ilicifolius*), daun yakon (*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Rob.) dan taurin terhadap antidiabetes dan jumlah spermatozoa mencit jantan yang diinduksi aloksan. Bandar Lampung. Universitas Lampung. *Skripsi*.



LAMPIRAN



Lampiran 1. Keterangan kelaikan etik penelitian



**KOMISI ETIK PENELITIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**KETERANGAN KELAIKAN ETIK
"ETHICAL CLEARENCE"**

No: 1099-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 KELOPAK BUAH
MANGROVE PEDADA (*Sonneratia alba*) TERHADAP
KADAR GLUKOSA DARAH TIKUS WISTAR PUTIH
(*Rattus norvegicus*) DIABETES MELLITUS

PENELITI : NAZILATURAHMA AZ-ZAHRA

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 198302 2 001



Lampiran 2. Hasil uji fitokimia cuka kelopak buah mangrove pedada



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

No. Sampel : 47/Lab. Gizi/2019
Sampel : Kelopak Buah
Pengirim : Nazilaturahma Azzahra
Alamat : FPIK UB Malang
Diterima tanggal : 18 Februari 2019
Selesai dikerjakan tanggal : 25 Pebruari 2019

HASIL UJI

Kode Sampel	Hasil
Total Fenol (mgGAE/100ml)	423,40
Total Flavon (mgQE/100ml)	169,25
IC50 (ppm)	94,00

Surabaya, 25 Pebruari 2019
Telrusi,

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

Lampiran 3. Surat penelitian

SURAT KETERANGAN TELAH MELAKUKAN PENELITIAN TERHADAP HEWAN COBA

Yang bertandatangan dibawah ini :

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

Menerangkan dengan sesungguhnya bahwa :

Nama : Nazilaturahma Azzahra
NIM : 155080301111071
Mahasiswa : S1/S2/S3*)
Fakultas/Prodi/Jur. : FPIK/ Tek.Hasil Perikanan
Universitas/PT : Brawijaya Malang
Pada tanggal : 18 Februari sd 23 Maret 2019

Telah melakukan penelitian terhadap hewan coba dengan judul
"Pengaruh Pemberian Cuka Kelopak Buah Mangrove Pedada (*Sonneratia alba*) Terhadap
Kadar Glukosa Darah Tikus Wistar Putih (*Rattus norvegicus*) 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 Kadar 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	21	255
		2	220	229	240	250
		3	223	233	243	253
Dosis Cuka Kelopak Buah Mangrove (<i>Sonneratia alba</i>)	Cuka 0,2	1	228	173	138	123
		2	227	182	141	132
		3	223	183	139	131
	Cuka 0,4	1	226	156	117	105
		2	222	153	110	102
		3	229	158	123	113
	Cuka 0,6	1	220	139	92	81
		2	214	139	99	87
		3	226	148	95	82

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 Kelopak Buah Mangrove (<i>Sonneratia alba</i>)	Cuka 0,2	-20,65	-38,35	-43,07
	Cuka 0,4	-31,02	-48,30	-52,73
	Cuka 0,6	-35,45	-56,67	-62,12

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

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

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

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	180981,250 ^a	19	9525,329	648,717	,000
Intercept	1756170,417	1	1756170,417	119602,980	,000
Perlakuan_A	73557,333	4	18389,333	1252,395	,000
Perlakuan_B	72276,050	3	24092,017	1640,773	,000
Perlakuan_A *	35147,867	12	2928,989	199,477	,000
Perlakuan_B					
Error	587,333	40	14,683		
Total	1937739,000	60			
Corrected Total	181568,583	59			

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

d. **Tabel Duncan (Hari pengamatan)**

Hasil (Waktu/Lama Hari)

Duncan^{a,b}

Lama Pemberian	N	Subset				Notasi
		1	2	3	4	
21	15	134,4000				a
14	15		146,0000			b
7	15			180,3333		c
0	15				223,6000	d
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

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

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

b. Alpha = ,05.

e. Tabel Duncan (Dosis Perlakuan)

Hasil (Dosis)

Duncan^{a,b}

Dosis	N	Subset					Notasi
		1	2	3	4	5	
0.6	12	135,1667					a
0.4	12		151,1667				b
0.2	12			163,5000			c
K+	12				168,3333		d
K-	12					237,2500	e
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	

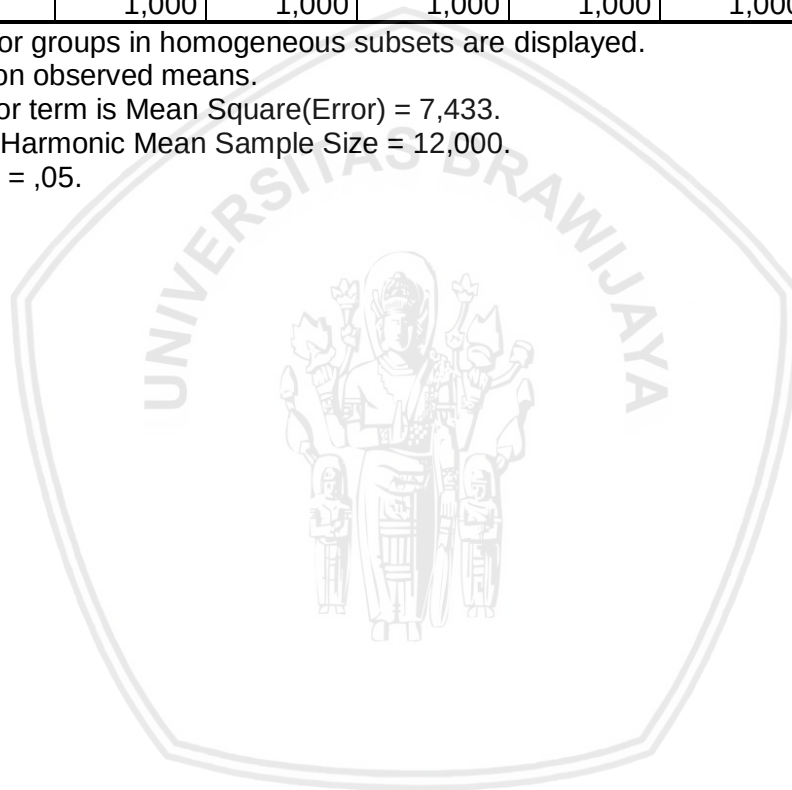
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

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

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

b. Alpha = ,05.



Duncan

Interaksi	N	Notasi													Notasi
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
0.6*21	3	83,3333													a
0.6*14	3		95,3333												b
K+21	3		100,6667												bc
0.4*21	3			100,667											c
0.4*14	3			106,6667											d
0.2*21	3				116,6667										e
K+14	3					128,6667									f
0.2*14	3						136,6667								f
0.6*7	3						139,3333								f
0.4*7	3						142,0000								g
0.2*7	3							155,6667							h
K+7	3								179,333						i
0,6*0	3									192,6667					j
K-0	3										220,0000				j
K+0	3										222,3333				j
0,4*0	3										224,0000				jk
0.2*0	3										225,6667	225,6667			jk
											226,0000	228,0000			
K-7	3											232,0000			k
K-14	3												242,0000		l
K-21	3													252,6667	m
Sig.		1,000	,266	1,000	1,000	1,000	1,000	,301	1,000	1,000	,502	,142	1,000	1,000	

f. Perhitungan Regresi Kadar Glukosa Darah Tikus

1. Kontrol (-)

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

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

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

$$X = -94$$

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

2. Kontrol (+)

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

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

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

$$X = 22$$

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

3. Dosis 0,2

$$Y = -4,7429x + 218,13$$

$$84,33 = -4,7429x + 218,13$$

$$X = (84,33 - 218,13) : -4,7429$$

$$X = 28$$

Jadi, pada perlakuan 0,2 ml/tikus/hari kadar glukosa darah akan sembuh pada hari ke- 28

4. Dosis 0,4

$$Y = -5,6571x + 210,57$$

$$83,00 = -5,6571x + 210,57$$

$$X = (83,00 - 210,57) : -5,6571$$

$$X = 22$$

Jadi, pada perlakuan 0,4 ml/tikus/hari kadar glukosa darah akan sembuh pada hari ke- 22

5. Dosis 0,6

$$Y = -6,5238x + 203,67$$

$$83,67 = -6,5238x + 203,67$$

$$X = (83,67 - 203,67) : -6,5238$$

$$X = 18$$

Jadi, pada perlakuan 0,6 ml/tikus/hari kadar glukosa darah akan sembuh pada hari ke- 18

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 Kelopak Buah Mangrove (<i>Sonneratia alba</i>)	Cuka 0,2	1	133	137	142	148
		2	122	127	133	137
		3	137	130	134	141
	Cuka 0,4	1	142	147	152	160
		2	121	124	130	136
		3	122	127	132	139
	Cuka 0,6	1	114	121	127	136
		2	145	152	157	160
		3	143	151	155	165

b. Presentase Perubahan Berat Badan Tikus

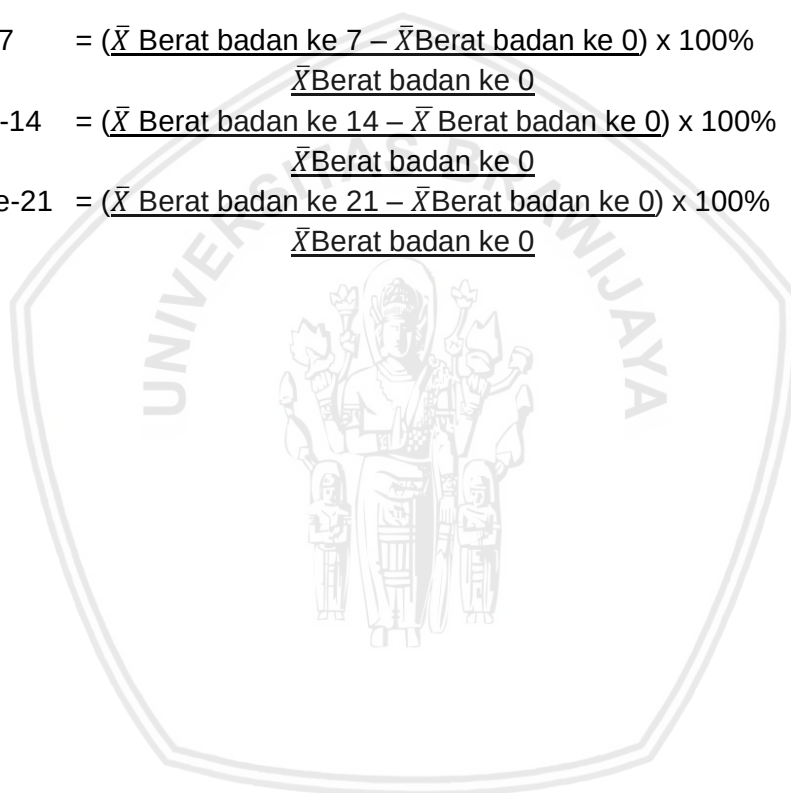
Faktor Perlakuan		Hari ke-		
		7*	14**	21***
Kontrol (+)		-1,57	0,39	5,71
Kontrol (-)		-5,62	-12,13	-17,75
Dosis Cuka Kelopak	Cuka 0,2	0,51	4,34	8,67

	Cuka 0,4	3,38	7,53	12,99
	Cuka 0,6	5,47	9,20	14,68

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

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

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



c. **Tabel ANOVA 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	18037,600 ^a	19	949,347	9,085	,000
Intercept	1179362,400	1	1179362,400	11285,765	,000
Perlakuan_A	15094,433	4	3773,608	36,111	,000
Perlakuan_B	356,933	3	118,978	1,139	,345
Perlakuan_A *	2586,233	12	215,519	2,062	,043
Perlakuan_B					
Error	4180,000	40	104,500		
Total	1201580,000	60			
Corrected Total	22217,600	59			

a. R Squared = ,812 (Adjusted R Squared = ,722)

d. **Tabel Duncan (Hari Pengamatan)**

Hasil (Waktu/Lama Hari)

Duncan^{a,b}

Lama Pemberian	N	Subset	Notasi
		1	
7	15	137,6667	A
0	15	138,5333	A
14	15	140,6000	A
21	15	144,0000	A
Sig.		,129	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 104,500.

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

b. Alpha = ,05.

e. Tabel Duncan (Dosis Perlakuan)

Hasil (Dosis)				
Duncan ^{a,b}				
Dosis	N	Subset		
		1	2	Notasi
K-	12	128,3333		a
0.4	12	129,4167		a
0.6	12	135,1667		a
0.2	12	136,8333		a
K+	12		171,2500	b
Sig.		,058	,384	

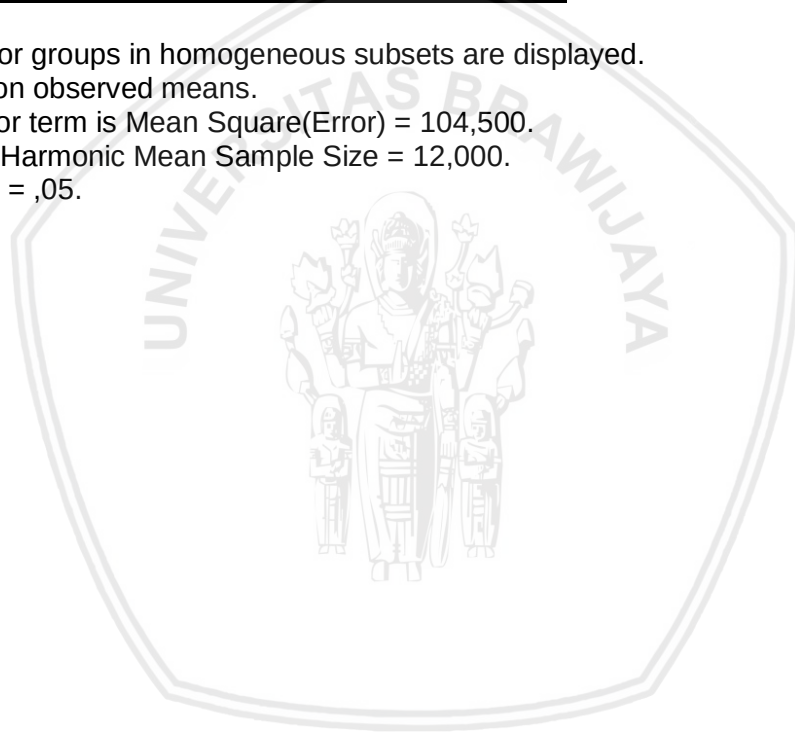
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 104,500.

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	4	5	6	
K-21	3	122,0000						a
0,4*0	3	128,3333	128,3333					ab
K-14	3	130,3333	130,3333	130,3333				abc
0.2*0	3	130,6667	130,6667	130,6667				abc
0.2*7	3	131,3333	131,3333	131,3333				abc
0.4*7	3	132,6667	132,6667	132,6667				abc
0.6*0	3	134,0000	134,0000	134,0000				abc
0,2*14	3	136,3333	136,3333	136,3333	136,3333			abcd
0.4*14	3	138,0000	138,0000	138,0000	138,0000			abcd
K-7	3	140,0000	140,0000	140,0000	140,0000			abcd
0.6*7	3		141,3333	141,3333	141,3333			bcd
0.2*21	3		142,0000	142,0000	142,0000			bcd
0,4*21	3		145,0000	145,0000	145,0000			bcd
0.6*14	3		146,3333	146,3333	146,3333			bcd
K-0	3			148,3333	148,3333			cd
0.6*21	3				153,6667	153,6667		de
K+7	3					166,6667	166,6667	ef
K+0	3					169,3333	169,333	ef
K+14	3					170,0000	170,000	ef
K+21	3						179,000	f
Sig.		,065	,069	,069	,074	,071	,172	

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 Jumlah 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 Kulit Buah Mangrove (<i>Sonneratia alba</i>)	Cuka 0,2	1	8,55	9,51	9,04	8,28
		2	9,3	8,59	9,63	5,83
		3	8,8	7,65	6,59	7,88
	Cuka 0,4	1	9,26	8,73	9,24	7,92
		2	11,66	10,64	10,59	9,14
		3	5,46	8,33	7,18	6,3
	Cuka 0,6	1	6,16	9,88	10,42	9,63
		2	9,76	10,42	10,23	8,95
		3	9,77	9,48	9,07	8,2

b. Presentase Perubahan Jumlah 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 Kulit Buah Mangrove (<i>Sonneratia alba</i>)	Cuka 0,2	-3,38	-5,22	-17,49
	Cuka 0,4	5,00	2,39	-11,45
	Cuka 0,6	15,92	15,69	4,24

*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	121,946 ^a	19	6,418	1,308	,232
Intercept	3751,081	1	3751,081	764,630	,000
Perlakuan_A	78,809	4	19,702	4,016	,008
Perlakuan_B	11,737	3	3,912	,797	,503
Perlakuan_A *	31,400	12	2,617	,533	,880
Perlakuan_B					
Error	196,230	40	4,906		
Total	4069,257	60			
Corrected Total	318,176	59			

a. R Squared = ,383 (Adjusted R Squared = ,090)

d. **Tabel Duncan (Hari Pengamatan)**

Jumlah Ransum

Duncan^{a,b}

Lama Pemberian	N	Subset	Notasi
		1	
0	15	7,2113	a
21	15	7,8633	a
7	15	8,1673	a
14	15	8,3853	a
Sig.		,194	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 4,906.

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		8,3042	8,3042	bc
0.4	12		8,7042	8,7042	bc
0.6	12			9,3308	c
Sig.		,384	,081	,292	

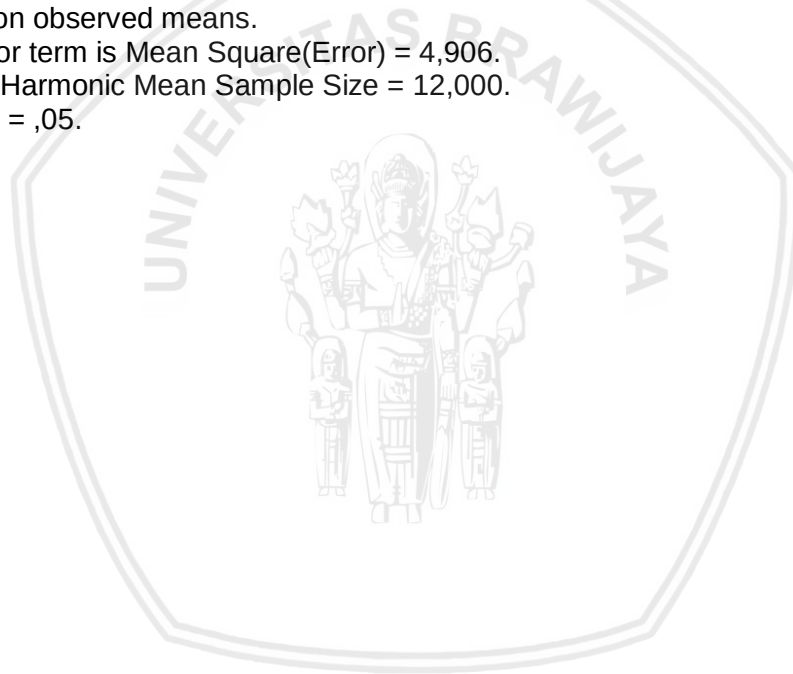
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 4,906.

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	
K-0	3	4,6467			a
K+0	3	5,1700	5,1700		ab
K-7	3	5,6067	5,6067	5,6067	abc
K-14	3	6,6833	6,6833	6,6833	abc
0.2*21	3	7,3300	7,3300	7,3300	abc
K+21	3	7,4133	7,4133	7,4133	abc
K+7	3	7,4867	7,4867	7,4867	abc
0.4*21	3	7,7867	7,7867	7,7867	abc
K-21	3	7,8600	7,8600	7,8600	abc
K+14	3	7,9133	7,9133	7,9133	abc
0.2*14	3	8,4200	8,4200	8,4200	abc
0.6*0	3	8,5633	8,5633	8,5633	abc
0.2*7	3	8,5833	8,5833	8,5833	abc
0.4*0	3	8,7933	8,7933	8,7933	abc
0.2*0	3	8,8833	8,8833	8,8833	abc
0.6*21	3	8,9267	8,9267	8,9267	abc
0.4*14	3	9,0033	9,0033	9,0033	abc
0.4*7	3		9,2333	9,2333	bc
0.6*14	3			9,9067	c
0.6*7	3			9,9267	c
Sig.		,053	,070	,055	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

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

Lampiran 7. Data hasil jumlah feses tikus dan hasil anova

a. Data Hasil Jumlah 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 Kelopak Buah Mangrove (<i>Sonneratia alba</i>)	Cuka 0,2	1	2,55	2,53	1,35	2,07
		2	2,88	3,27	2,72	1,88
		3	3,82	2,57	2,59	2,28
	Cuka 0,4	1	2,23	1,52	2,17	2,01
		2	3,01	1,84	1,87	2,13
		3	0,98	1,94	1,70	1,62
	Cuka 0,6	1	1,03	2,82	1,72	1,22
		2	1,48	1,38	1,51	1,27
		3	3,34	2,08	1,81	1,11

b. Presentase Laju Perubahan Jumlah Feses

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	-9,51	-28,00	-32,65
	Cuka 0,4	-14,79	-7,72	-7,40
	Cuka 0,6	7,35	-13,85	-38,46

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

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

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

c. **Tabel ANOVA Jumlah Feses Tikus Wistar Putih**

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Jumlah Feses

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	20,333 ^a	19	1,070	4,176	,000
Intercept	256,887	1	256,887	1002,336	,000
Perlakuan_A	14,857	4	3,714	14,493	,000
Perlakuan_B	,413	3	,138	,538	,659
Perlakuan_A *	5,063	12	,422	1,646	,117
Perlakuan_B					
Error	10,252	40	,256		
Total	287,472	60			
Corrected Total	30,585	59			

a. R Squared = ,665 (Adjusted R Squared = ,506)

d. **Tabel Duncan (Hari Pengamatan)**

Hasil

Duncan^{a,b}

Lama Pemberian	N	Subset	Notasi
		1	
21	15	1,9460	a
14	15	2,0527	a
0	15	2,1047	a
7	15	2,1733	a
Sig.		,271	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error)

= ,256.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size

= 15,000.

b. Alpha = ,05.

e. Tabel Duncan (Dosis Perlakuan)

Jumlah Feses

Duncan^{a,b}

Dosis	N	Subset			Notasi
		1	2	3	
K+	12	1,4150			a
0.6	12	1,7308	1,7308		ab
0.4	12		1,9183		b
0.2	12			2,5425	c
K-	12			2,7392	c
Sig.		,134	,370	,347	

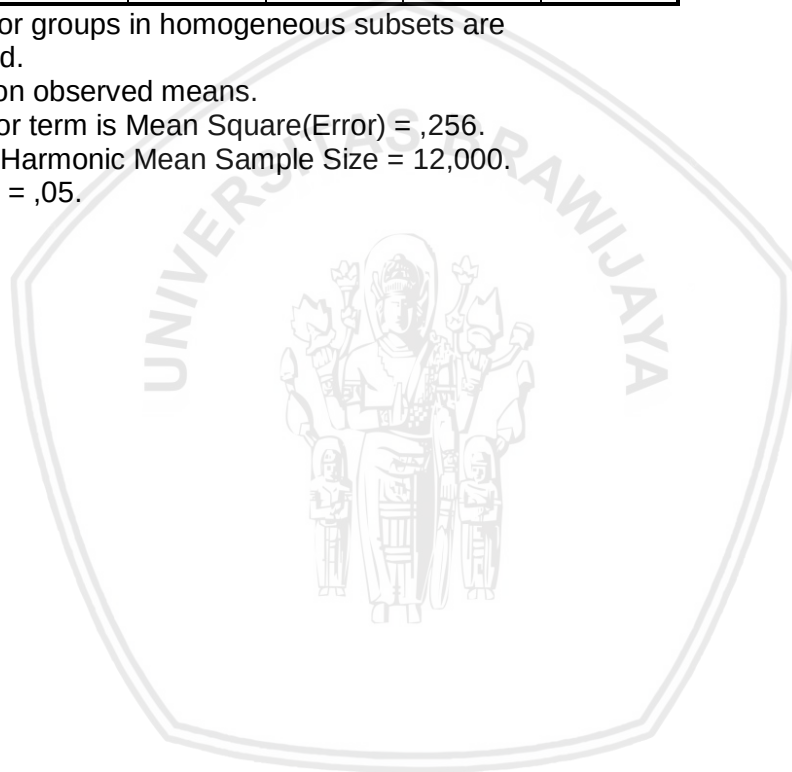
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,256.

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

b. Alpha = ,05.



f. **Tabel Interaksi Dosis Perlakuan dengan Hari Pengamatan Jumlah Feses**

Hasil

Duncan^a

Interaksi	N	Subset for alpha = 0.05						Notasi
		1	2	3	4	5	6	
0.6*21	3	1,2000						a
K+0	3	1,2400	1,2400					ab
K+21	3	1,3200	1,3200					ab
K+7	3	1,5267	1,5267					ab
K+14	3	1,5733	1,5733					ab
0.6*14	3	1,6800	1,6800					ab
0.4*7	3	1,7667	1,7667	1,7667				abc
0.4*14	3	1,9133	1,9133	1,9133	1,9133			abcd
0.4*21	3	1,9200	1,9200	1,9200	1,9200			abcd
0.6*0	3	1,9500	1,9500	1,9500	1,9500			abcd
0.4*0	3	2,0733	2,0733	2,0733	2,0733			abcd
0.2*21	3	2,0767	2,0767	2,0767	2,0767			abcd
0.6*7	3	2,0933	2,0933	2,0933	2,0933			abcd
K-0	3	2,1767	2,1767	2,1767	2,1767	2,1767		abcde
0.2*14	3		2,2200	2,2200	2,2200	2,2200		bcde
K-7	3			2,6900	2,6900	2,6900	2,6900	cdef
0.2*7	3				2,7900	2,7900	2,7900	def
K-14	3				2,8767	2,8767	2,8767	def
0.2*0	3					3,0833	3,0833	ef
K-21	3						3,2133	f
Sig.		,055	,054	,065	,055	,059	,268	

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	1	2	1
600 ppm	2	2	1
700 ppm	2	3	2

- % mortalitas = $\frac{\text{jumlah larva mati}}{\text{jumlah larva keseluruhan}}$

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

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

$$500 \text{ ppm} = \frac{1}{10} \times 100 = 10 \%$$

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

$$700 \text{ ppm} = \frac{2}{10} \times 100 = 20 \%$$

- 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

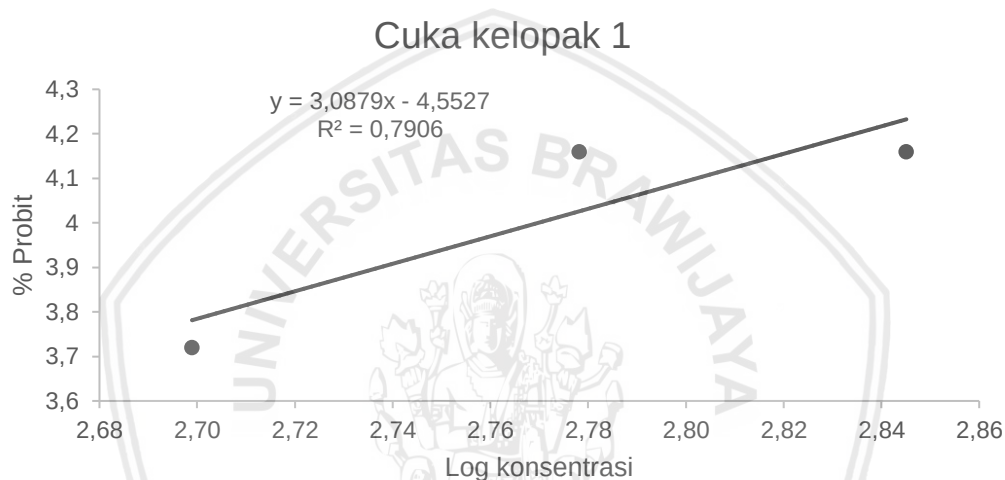
Untuk menentukan nilai % probit, dengan melihat nilai tabel persentase probit mortalitas dibawah ini :

Mortalitas (%)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	-	2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59
10	3,72	3,77	3,82	3,87	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42
30	4,48	4,50	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69
40	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95
50	5,03	5,05	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20
60	5,28	5,31	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	5,92	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18
90	6,28	6,41	6,41	6,48	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 konsentrasi	% probit	Persamaan regresi	LC ₅₀ (ppm)
0	0	0	0	-	$y = 3,0879x - 4,5527$ $R^2 = 0,7906$	1240,48
500	1	10	2,70	3,72		
600	2	20	2,78	4,16		
700	2	20	2,85	4,16		



Berdasarkan grafik diatas diperoleh persamaan $y = 3,0879x - 4,5527$

Dari persamaan tersebut, dimasukkan nilai probit 5 (50% kematian) untuk memperoleh nilai LC₅₀ (konsentrasi sampel yang mampu menyebabkan sebanyak 50% hewan uji mati)

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

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

$$x = 3,093591$$

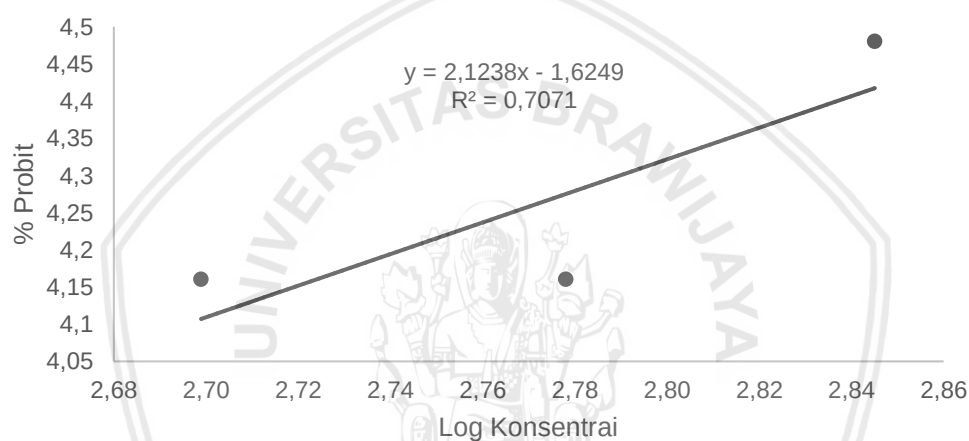
$$\text{antilog } 3,093591 = 1240,48 \text{ ppm}$$

jadi, hasil LC₅₀ pada ulangan 1 sebesar 1240,48 ppm.

Ulangan 2

Konsentrasi (ppm)	Larva mati	% mortalitas	Log konsentrasi	% probit	Persamaan regresi	LC ₅₀ (ppm)
0	0	0	0	-	$y = 2,1238x - 1,6249$ $R^2 = 0,7071$	1316,31
500	2	20	2,70	4,16		
600	2	20	2,78	4,16		
700	3	30	2,85	4,18		

Cuka kelopak 2



Berdasarkan grafik diatas diperoleh persamaan $y = 2,1238x - 1,6249$

Dari persamaan tersebut, dimasukkan nilai probit 5 (50% kematian) untuk memperoleh nilai LC₅₀ (konsentrasi sampel yang mampu menyebabkan sebanyak 50% hewan uji mati)

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

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

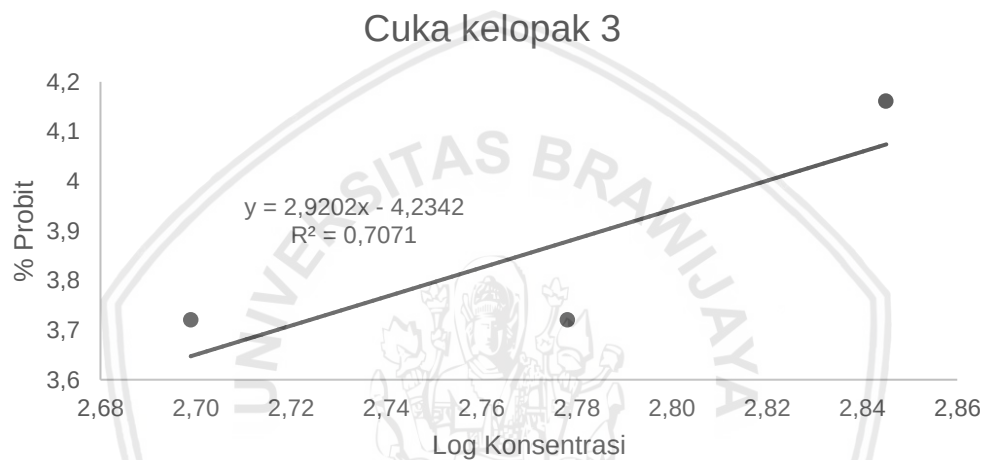
$$x = 3,119362$$

$$\text{antilog } 3,119362 = 1316,31 \text{ ppm}$$

jadi, hasil LC₅₀ pada ulangan 2 sebesar 1316,31 ppm.

Ulangan 3

Konsentrasi (ppm)	Larva mati	% mortalitas	Log konsentrasi	% probit	Persamaan regresi	LC ₅₀ (ppm)
0	0	0	0	-	$y = 2,9202x - 4,2342$ $R^2 = 0,7071$	1452,71
500	1	10	2,70	3,72		
600	1	10	2,78	3,72		
700	2	20	2,85	4,16		



Berdasarkan grafik diatas diperoleh persamaan $y = 2,9202x - 4,2342$

Dari persamaan tersebut, dimasukkan nilai probit 5 (50% kematian) untuk memperoleh nilai LC₅₀ (konsentrasi sampel yang mampu menyebabkan sebanyak 50% hewan uji mati)

$$y = 2,9202x - 4,2342$$

$$5 = 2,9202x - 4,2342$$

$$x = 3,16218$$

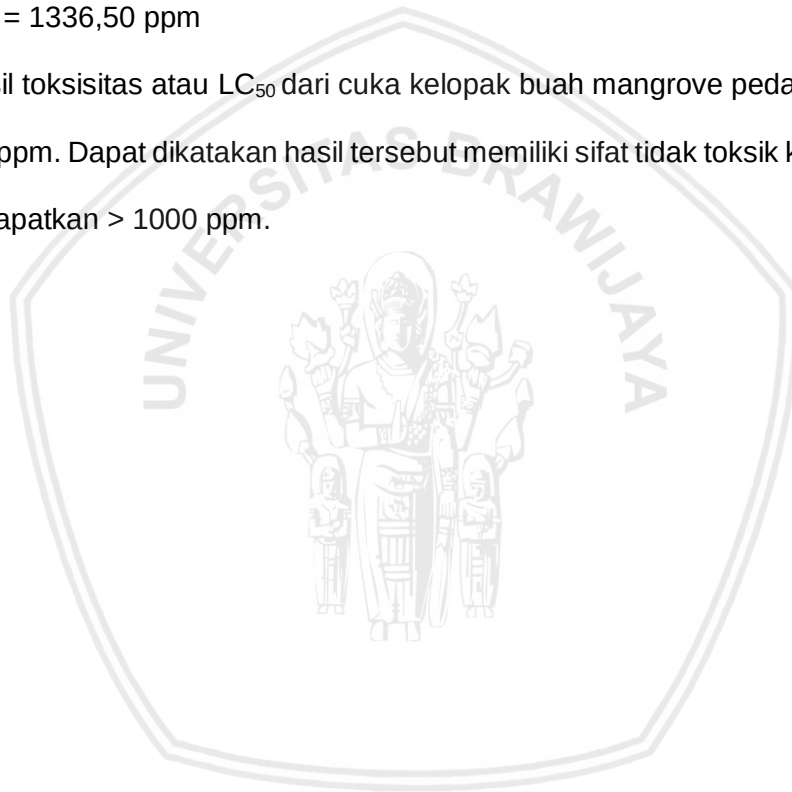
$$\text{antilog } 3,16218 = 1452,71 \text{ ppm}$$

jadi, hasil LC₅₀ pada ulangan 3 sebesar 1452,71 ppm.

Hasil LC₅₀ pada cuka kelopak buah mangrove pedada didapatkan dari perhitungan rata-rata semua ulangan yang kemudian dibagi dengan banyaknya ulangan atau dapat dilihat pada perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Rata-rata} &= \frac{\text{jumlah LC}_{50} \text{ dari setiap ulangan}}{3} \\ &= \frac{1240,48 + 1316,31 + 1452,71}{3} \\ &= 1336,50 \text{ ppm}\end{aligned}$$

Jadi, hasil toksisitas atau LC₅₀ dari cuka kelopak buah mangrove pedada sebesar 1336,50 ppm. Dapat dikatakan hasil tersebut memiliki sifat tidak toksik karena hasil yang didapatkan > 1000 ppm.



Lampiran 9. Proses pembuatan cuka kelopak buah mangrove pedada (*sonneratia alba*)

a. Proses pembuatan bubur kelopak buah mangrove pedada (*sonneratia alba*)



b. Proses pembuatan cuka kelopak buah mangrove pedada (*Sonneratia alba*)





Pasteurisasi t : 15
menit, T : 65°C



Cuka Kulit Buah
Mangrove
Sonneratia alba

