

LAPORAN AKHIR
PENELITIAN DASAR KEILMUAN
DANA PNBP-LEMLIT UNG



**PERANAN KERANG DARAH (*Anadara granosa*) TERHADAP KADAR
KALSIUM SERUM DAN PERTUMBUHAN TULANG TIKUS
YANG DIBERI DIET RENDAH PROTEIN**

Dr. Margaretha Solang, M.Si

NIDN:0015036808

Dra. Ariatyati AbdulM,Kes

NIDN:0015045912

JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO
NOVEMBER 2015

SISTEM INFORMASI PENELITIAN
**HALAMAN PENGESAHAN
 PENELITIAN PENELITIAN DASAR KEILMUAN**

Judul Kegiatan : PERANAN KERANG DARAH (Anadara granosa)
 TERHADAP KADAR KALSIUM SERUM DAN PERTUMBUHAN TULANG TIKUS YANG DIBERI DIET RENDAH PROTEIN

KETUA PENELITI

A. Nama Lengkap : Dr. Margaretha Solang, M.Si
 B. NIDN : 0015036808
 C. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
 D. Program Studi : Biologi
 E. Nomor HP : 085298877996
 F. Email : MargarethaSolang@ung.ac.id

ANGGOTA PENELITI (1)

A. Nama Lengkap : Dra. Aryati Abdul, M.Kes
 B. NIDN : 0015045912
 C. Perguruan Tinggi : UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO

Lama Penelitian Keseluruhan : 6 bulan

Penelitian Tahun Ke : 1

Biaya Penelitian Keseluruhan : Rp 25.000.000,-

Biaya Tahun Berjalan	: -	Diusulkan Ke Lembaga : Rp 25.000.000,-
		- Dana Internal PT : -
		- Dana Institusi Lain : -

Mengetahui
 Dekan Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam



Gorontalo, 19 November 2015
 Ketua Peneliti,

(Dr. Margaretha Solang, M.Si)
 NIP/NIK. 196803151993032001

Menyetujui,
 Ketua Lembaga Penelitian



RINGKASAN

Diet rendah protein kronis dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan linier atau gangguan pertumbuhan tinggi badan (*stunting*). Astari dkk, (2005) menyatakan bahwa asupan energi dan zat gizi (karbohidrat, protein, lemak, *zinc*, dan kalsium) berpengaruh terhadap kejadian *stunting*. Sementara itu, *stunting* juga dipengaruhi faktor ekonomi karena itu diperlukan upaya memanfaatkan potensi pangan yang mengandung gizi dan harganya terjangkau serta secara budaya dapat diterima. Kerang darah asal Gorontalo mengandung protein dan mineral *zinc*, besi, kalsium dan asam amino yang lengkap (Nurjanah, 2005; Solang, 2014). *Zinc* berasal dari pangan hewani lebih mudah diserap daripada yang berasal dari pangan nabati (Almatsier2004). Protein akan membantu absorpsi *zinc*. Kalsium dapat mempengaruhi ploriferasi osteoblas sehingga mempengaruhi pertumbuhan tulang (Huang *et al.*, 2001). Pertumbuhan tulang panjang berkontribusi untuk menentukan tinggi akhir seseorang (Van Der Eerden, (2003).

Penelitian ini menggunakan desain penelitian *The Separate Pre – Post Test Control Group Design*. Empat puluh delapan ekor tikus dikelompokan secara acak menjadi 5 kelompok, yaitu kontrol normal (KO), kurang gizi (K1), kurang gizi yang disuplementasi dengan tepung kerang darah 2,5 g (P 1), 5 g (P 2), dan 10 g (P 3). Data kadar kalsium serum, panjang, dan berat tulang di uji menggunakan uji *One Way ANOVA*, *Least Significance Difference* (LSD), *Kruskal-Wallis* dan *Mann Whitney*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian kerang darah memperbaiki kadar kalsium serum dan pertumbuhan tulang tikus diet rendah protein.yang dapat dilihat dari indikator terjadinya peningkatan rata-rata kadar kalsium serum secara signifikan ($p= 0,003$), rata-rata panjang tulang femur ($p= 0,000$), dan berat tulang femur tikus ($p= 0,002$) diet rendah protein. Hal ini berarti bahwa kerang darah dapat dimanfaatkan sebagai pangan sumber protein alternatif, *zinc* dan kalsium.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan yang maha Esa atas berkat dan bimbinganNya sehingga penulis dapat melaksanakan kegiatan penelitian dengan judul: Peranan Kerang Darah (*Anadara granosa*) Terhadap Kadar Kalsium Serum dan Pertumbuhan Tulang Tikus yang Diberi Diet Rendah Protein.

Selama pelaksanaan kegiatan ini penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

1. Rektor Universitas Negeri Gorontalo dan Ketua Lembaga Penelitian Universitas Negeri Gorontalo yang merestui terlaksananya kegiatan ini.
2. Kepala Laboratorium Biologi FMIPA Universitas Negeri Gorontalo dan staf, atas bantuan dan kerjasamanya dalam pelaksanaan penelitian.

Akhirnya kepada semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terimakasih atas segala bantuan dan perhatiannya semoga Tuhan Yang Maha Esa berkenan melimpahkan Rahmat dan Karunia-Nya pada kita semua.

Gorontalo, November 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN

HALAMAN SAMPUL JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
RINGKASAN.....	iii
PRAKATA.....	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR LAMPIRAN.....	vi
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Urgensi (Keutamaan) Penelitian.....	2
1.4 Hasil Yang Ditargetkan.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kerang Darah.....	5
2.2 Fungsi dan Metabolisme Kalsium.....	6
2.3 Tulang.....	9
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	
3.1. Tujuan Umum.....	14
3.1.2. Tujuan Khusus.....	14
3.2. Manfaat Penelitian.....	14
BAB 4. METODE PENELITIAN	
4.1. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	16
4.2 Bahan Dan Alat.....	16
4.3 Rancangan Penelitian	17
BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN	
5.1. Hasil Penelitian.....	21
5.1.1. Peranan Kerang Darah Terhadap Kadar Kalsium Serum	21
5.1.2. Peranan Kerang Darah Terhadap Panjang Femur.....	22
5.1.3. Peranan Kerang Darah Terhadap Berat Femur.....	25
5.2 Pembahasan.....	28
BAB KESIMPULAN DAN SARAN.....	42
DAFTAR PUSTAKA.....	43
LAMPIRAN.....	47

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
5.1.	Rata-rata Kadar Kalsium Serum.....	22
5.2.	Rata-rata Panjang Femur.....	24
5.3.	Rata-rata Berat Femur	26

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
2.1.	Peta Jalan Penelitian.....	13
4.1.	Bagan Alir Penelitian.....	20
5.1.	Morfologi Femur Tikus	25

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Pakan hewan uji	47
2.	Alat penelitian	48
3.	Hewan uji	49
4.	Sampel Darah.....	50
5.	Pengukuran panjang dan berat femur.....	51
6.	Uji Statistik.....	52
7.	Biodata Peneliti.....	64

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Diet rendah protein kronis dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan linier atau gangguan pertumbuhan tinggi badan yang (*stunting*). Prevalensi anak balita *stunting* tahun 2013 di Indonesia 37,2%. Sementara itu, prevalensi *stunting* di Kota Gorontalo 33,1%, Kabupaten Gorontalo Utara 42,1%, Bualemo 39,4%, Pohuwato 37,2%, dan Bone bolango 46,2% (Kemenkes, 2013). Angka prevalensi balita *stunting* ini diatas ambang batas (*cut off*) yang telah disepakati secara universal, yaitu 20%, maka masih merupakan masalah kesehatan masyarakat (Kemenkes, 2010).

Astari dkk, (2005) menyatakan bahwa asupan energi dan zat gizi (karbohidrat, protein, lemak, *zinc*, dan kalsium) berpengaruh terhadap kejadian *stunting*. Anak dengan asupan protein rendah berisiko 11.8 kali untuk terjadis *stunting*. Sementara itu, kekurangan gizi ini banyak terjadi pada masyarakat ekonomi lemah, karena itu diperlukan upaya memanfaatkan potensi pangan yang harganya terjangkau dan secara budaya dapat diterima masyarakat. Kerang darah (*Anadara granosa*) merupakan biota yang tersedia di perairan Gorontalo, harganya murah namun belum dimanfaatkan secara maksimal.

Kerang darah asal Gorontalo mengandung protein dan mineral *zinc*, besi, kalsium dan asam amino yang lengkap (Nurjanah, 2005; Solang, 2014). *Zinc* berasal dari pangan hewani lebih mudah diserap daripada yang berasal dari pangan nabati (Almatsier2004). Protein akan membantu absorpsi *zinc*. Kalsium dapat mempengaruhi

ploriferasi osteoblas sehingga mempengaruhi pertumbuhan tulang (Huang *et al.*, 2001). Berdasarkan uraian ini maka telah dilakukan penelitian untuk mengetahui peranan kerang darah terhadap kadar kalsium serum dan pertumbuhan tulang femur tikus (*Rattus norvegicus*) jantan yang diberi diet rendah protein. Tulang femur merupakan tulang panjang. Pertumbuhan tulang panjang berkontribusi untuk menentukan tinggi akhir seseorang (Van Der Eerden, (2003). Pemilihan tikus sebagai hewan uji karena tikus memiliki saluran cerna dan kemampuan absorpsi yang mirip dengan manusia (Smith JB dan Mangkoewidjojo S, 1987).

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut maka rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah pemberian kerang darah meningkatkan kadarkalsium serum tikus (*Rattus norvegicus*) jantan strain *Wistar* yang diberi diet rendah protein?
2. Apakah pemberian kerang darah meningkatkan panjang tulang femur tikus (*Rattus norvegicus*) jantan strain *Wistar* yang diberi diet rendah protein?
3. Apakah pemberian kerang darah meningkatkan berat tulang femur tikus (*Rattus norvegicus*) jantan strain *Wistar* yang diberi diet rendah protein?

1.3. Urgensi penelitian

Tingginya prevalensi balita pendek (*stunting*) di propinsi Gorontalo menunjukkan adanya masalah gizi kronis yang berdampak pada pertumbuhan tinggi badan pada anak. Tinggi badan akhir seseorang berhubungan dengan pertumbuhan tulang panjang (Van Der Eerden, 2003). *Stunting* menggambarkan kejadian diet rendah protein pada

balita yang berlangsung dalam waktu yang lama dan dampaknya tidak hanya terlihat secara fisik, tetapi juga pada fungsi kognitif. Prevalensi anak balita *stunting* tahun 2013 di Indonesia 37,2%. Sementara itu, prevalensi *stunting* di Kota Gorontalo 33,1%, Kabupaten Gorontalo Utara 42,1%, Bualemo 39,4%, Pohuwato 37,2%, dan Bone bolango 46,2% (Kemenkes, 2013) Oleh karena itu diperlukan upaya untuk menurunkan prevalensi *stunting* seperti yang diharapkan oleh pemerintah setinggi-tingginya hanya 32% pada tahun 2015.

Astari dkk, (2005) menyatakan bahwa asupan energi dan zat gizi (karbohidrat, protein, lemak, *zinc*, dan kalsium) berpengaruh terhadap kejadian *stunting*. Hasil penelitian Adriani (2009) menunjukkan bahwa pemberian *zinc* pada pemberian vitamin A dapat meningkatkan pertumbuhan linier balita secara signifikan melalui proses peningkatan IGF-I. Sementara itu, stunting juga dipengaruhi faktor ekonomi karena itu diperlukan upaya memanfaatkan potensi pangan yang harganya terjangkau dan secara budaya dapat diterima masyarakat mengandung gizi serta efektif meningkatkan pertumbuhan. Kerang darah (*Anadara granosa*) merupakan biota yang tersedia di perairan Gorontalo, harganya murah namun belum dimanfaatkan secara maksimal. Kerang darah segar asal Provinsi Gorontalo mengandung protein 19,48%, Ca 2725 ppm, dan mengandung *zinc* 13,91 ppm (Nurjanah, dkk., 2005), sedangkan tepung kerang darah mengandung protein total 27,26%, Ca 318,67 ppm, dan *zinc* 81,16 ppm (Solang, 2014).

Kerang darah yang mengandung protein, kalsium, dan *zinc* yang cukup tinggi ini akan menghasilkan tepung kerang darah yang memiliki potensi terapi perbaikan

kadar kalsium serum dan perumbuhan tulang panjang pada kondisi diet rendah protein akibat diet rendah protein. Pengolahan kerang darah sebagai tepung ini dipilih mengingat kadar gizi tepung lebih tinggi dibanding produk kerang darah basah. Selain itu, aplikasi tepung lebih menghasilkan produk yang bervariasi dan daya simpan yang lebih lama. Penelitian ini penting dilakukan karena menjadi dasar untuk mendapatkan sumber kalsium alami yang berasal dari bahan pangan yang tersedia di Gorontalo yang belum termanfaatkan secara maksimal. Selain itu, hasil peneliti ini menjadi dasar pengembangan produk kerang darah sebagai asupan gizi pada balita diet rendah protein untuk perbaikan pertumbuhannya.

1.4. Hasil yang di targetkan:

- a) Publikasi ilmiah pada Jurnal Internasional
- b) Mengungkap potensi kerang darah asal Gorontalo sebagai sumber kalsium alternatif dan kemampuannya dalam memperbaiki kadar kalsium serum dan pertumbuhan tulang tikus yang diberi diet rendah protein.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kerang Darah

Kerang darah banyak ditemukan di sepanjang pantai di daerah tropis dengan substrat lumpur halus atau kadang-kadang pasir berlumpur dan dilindungi atau berasosiasi dengan pohon-pohon bakau.Pathansali (1966) menyebutkan bahwa habitat ideal untuk kerang darah adalah lumpur halus berukuran kurang dari 0,124 mm, terlindung dari ombak dan dengansalinitas antara 18-30%.Cangkang kerang darah tebal, oval, dan kedua sisi sama, kurang lebih 18 rib radial (15-20 rib), cangkang berwarna putih ditutupi periostrakum yang berwarna kuning kecoklatan sampai coklat kehitaman(Poutiers, 1998 dalam FAO, 2012). Ciri-ciri dari kerang darah adalah pada dasarnya tubuh kerang ini tertutup dua keping cangkang yang simetris (kelas Bivalvia) yang berhubungan di bagian dorsal dengan adanya hinge dan ligamen, yaitu semacam pita elastik yang terdiri dari bahan organik seperti zat tanduk. Kedua keping cangkang pada bagian dalam juga ditautkan oleh satu atau dua buah otot aduktor yang bekerja secara antagonis dengan hinge ligamen (Mubarak, 1987).

Kerang darah termasuk sebagai salah satu komoditas perikanan yang produktivitasnya cukup baik.Kandungan gizi kerang darah yang cukup baik menyebabkan kerang darah banyak dibudidayakan sebagai alternatif sumber protein.Kadar lemak kerangdarah cukup rendah apabila dibandingkan dengan lemak

pada produkperikanan lainnya, seperti ikan bandeng sebesar 4,8 g/100 g (Poedjiadi 1994).

Kerang darah merupakan sumber protein alternatif (Broom, 1985). Kadar protein kerang darah 9,64% (Azis, dkk 2007), sedangkan kerang darah segar asal Kabupaten Bualemo Provinsi Gorontalo mengandung protein 19,48% dan mineral *zinc* 13,91 ppm, Fe 93,63 ppm, Cu 3,17 ppm, dan Ca 698,49 ppm. (Nurjanah, dkk., 2005). Selanjutnya hasil analisis tepung kerang darah asal Pohuwato mengandung protein total 27,26% (Solang, 2014).Sementara itu, Solang (2014), menyatakan bahwa tepung kerang darah asal Gorontalo darah mengandung protein total 27,26%, dan *zinc* 81,16 ppm, Fe 1720,46 ppm, Cu 4,26 ppm, dan Ca 318,67 ppm. Berdasarkan kandungan gizi maka kerang darah merupakan sumber protein alternatif, *zinc*, dan kalsium. Protein, *zinc* dan kalsium ini akan bekerja secara sinergis memperbaiki pertumbuhan tulang pada keadaan diet rendah protein akibat diet rendah protein.

2.2. Fungsi dan metabolisme kalsium

Kalsium adalah kation ekstrasel utama. Peran utama kalsium adalah untuk kontraksi dan eksitasi otot jantung dan otot lainnya, transmisi sinap sistem saraf,agregasi platelet, koagulasi, dan sekresi hormon dan regulator lain yang memerlukan eksositosis. Kadar kalsium normal dalam plasma 8,5-10,4 mg/dL, 45% terikat protein plasma terutama albumin, 10% terikat dengan dapar anion seperti sitrat dan fosfat. Empat puluh lima persen sisanya ada dalam bentuk ion danmerupakan bentuk aktif. Kadar kalsium dalam cairan ekstrasel 1% dari keseluruhan total kalsium tubuhsementara kadarnya dalam sel dijaga sekitar 1/10.000dari kadar ekstrasel.

Fungsi utama kalsium intrasel adalah *second messenger* intraselular untuk mengatur pembelahan sel, kontraktilitas otot, pergerakan sel, dan sekresi (Marcus, 2001); Soback, (2001).

Kalsium dibutuhkan tubuh untuk pertumbuhan normal dan pembentukan kerangka (Nordin, 1997). Hasil dari penelitian-penelitian intervensi dan *cross sectional study* melaporkan adanya pengaruh positif kalsium pada kepadatan tulang anak-anak dan remaja (Dawson-Hughes, 1996). Menurut Sauberlich (1999), kadar kalsium serum dikontrol secara ketat oleh berbagai asupan gizi yang masuk ke dalam tubuh dan dipertahankan dalam batasan yang sempit. Kontrol dilakukan oleh berbagai faktor yang antara lain termasuk 1,25-dihidroksikolkalsiferol, hormon paratiroid, kalsitonin, fosfor, protein dan estrogen. Diet protein tinggi (protein > 0,9 – 1,0 mg/kgBB) berpengaruh pada level kalsium tubuh, karena hanya bentuk ion kalsium yang bisa lepas dari jaringan tulang dan bisa dikeluarkan melalui urin. Mekanisme rendahnya rasio kalsium dan fosfor pada diet tinggi protein, bisa dijelaskan dengan mekanisme timbal balik antara level kalsium dan fosfor, dimana tubuh akan kehilangan kalsium lebih banyak dan akan menyebabkan hipokalsemia (Lee *et all*, 1996).

Sumber kalsium utama dan satu-satunya adalah diet antara lain susu dan produknya seperti keju dan yogurt, sayur-sayuran berwarna hijau, ikan dalam kaleng yang lengkap dengan tulangnya seperti sardin, kacang-kacangan, dan makanan jadi yang difortifikasi dengan kalsium seperti jus, danereal.

Absorbsi kalsium di saluran cerna terjadi di proksimal duodenum yang tergantung pada vitamin D aktif dan bersifat difusi aktif yang memerlukan *calcium binding protein* (CaBP) atau kalbindin. Efektivitas absorbsi kalsium di usus dipengaruhi oleh asupan kalsium. Semakin rendah kadar kalsium dalam makanan yang dikonsumsi, semakin aktif pula usus melakukan absorbsi. Sembilan puluh sembilan persen kalsium ekstrasel terdapat dalam tulang dalam bentuk hidroksiapit yang mencerminkan keseimbangan antara proses pembentukan dan resorpsi tulang.

Keseimbangan metabolisme kalsium diatur oleh tiga faktor, hormon paratiroid, vitamin D, dan kalsitonin yang dihasilkan oleh kelenjar tiroid. Membran sel kelenjar paratiroid mengandung sensor kalsium yang dapat mendeteksi kadar kalsium darah. Aktivasi reseptor kalsium terjadi bila kadar kalsium darah tinggi, menyebabkan pelepasan fosfolipaseA2, asam arakidonat, dan leukotrien. Leukotrien menginhibisi sekresi hormon paratiroid melalui degradasi 90% granul sekretori yang mengandung bentuk *preformed* hormon paratiroid. Aktivasi reseptor kalsium tidak akan terjadi bila kadar kalsium darah rendah. Hormon paratiroid bekerja dengan berikatan dengan reseptor membran sel organ target, yaitu reseptor hormon paratiroid di ginjal dan tulang. Hormon paratiroid meningkatkan reabsorbsi kalsium dengan mempermudah pori kalsium di tubulus distal ginjal terbuka. Hormon paratiroid meningkatkan degradasi tulang dengan bekerja pada osteoblast melalui *RANKL* di tulang. Hormon paratiroid juga menstimulasi hidroksilasi 25-OH-vitamin D3 menjadi bentuk aktifnya (kalsitriol). Efek kalsitonin (Lacativa dan de Farias, 2006, Crabtree *et al.*, 2004; Cheng *et al.*, 2005) terhadap kalsium bertentangan dengan efek hormone

paratiroid. Kalsitonin menginhibisi aktivitas osteoklast, mengurangi resorpsi tulang, dan meningkatkan ekskresi kalsium melalui ginjal, jadi fungsi kalsitonin menurunkan kadar kalsium darah.

2.3. Tulang

2.3.1. Proses pembentukan tulang

Tulang terdiri dari matriks ekstrasel dan sel tulang. Matriks ekstrasel terdiri dari bagian organik dan inorganik. Sekitar 90% - 95% bagian organik matriksekstrasel terdiri dari kolagen tipe I, proteoglikan, proteinnon-kolagen, osteokalsin, osteonektin, osteopondin, trombospondin, faktor pertumbuhan, dan sitokin. Bagian inorganik matriks ekstrasel terutama terdiridari kalsium hidroksiapatit sebagai tempat cadanganion kalsium dan fosfat. Sel tulang terdiri dari tiga jenis yaitu osteoblast, osteosit, dan osteoklast. Osteoblast bertanggung jawab atas pembentukan tulang, mineralisasi, dan ekspresi reseptor hormone paratiroid. Osteoklast adalah sel tulang multinuclear yang berasal dari prekursor hematopoietik monositmakrofag yang merupakan fusi dari beberapa sel mononuclear dengan tepi tidak rata dan mempunyai

Enzim lisosom dalam sitoplasma. Sedangkan osteosit adalah sel tulang terbanyak, berbentuk pipih kecil dan terdapat dalam matriks tulang. Antara osteosit satu dengan yang lain saling berhubungan melalui jaringan kanalikuli. Osteosit akan mengalami apoptosis atau fagositosis selama resorpsi osteoklast. Osteosit juga merupakan reseptor mekanik yang mengubah stimulasi mekanik menjadi sinyal yang menginduksi *remodeling* tulang agar searah stimulasi. Kepadatan tulang ditentukan oleh keseimbangan dinamik antara proses pembentukan dan resorpsi tulang. Bila

pertumbuhan linear dan volume masa tulang maksimal telah tercapai, proses *remodelling* bertujuan untuk mempertahankan masa tulang (Molina, 2004; Valsamis *et al.*, 2006). *Remodelling* tulang dipengaruhi oleh estrogen, androgen, vitamin D, hormon paratiroid, *tumor necrosis factor (TNF)*, dan *insulin like growth factor I* dan II, nutrisi, konsumsi kalsium, dan aktivitas fisik (Bianchi, 2005).

2.3.2. Pertumbuhan Longitudinal

Pertumbuhan memanjang pada tulang merupakan hasil dari proliferasi kondrosit dan diferensiasi dalam lempeng pertumbuhan epifisisial (Van Der Eerden *et al.*, 2003). Pertumbuhan ini diatur oleh berbagai faktor hormonal, genetik, faktor pertumbuhan, lingkungan dan nutrisi. Kondisi ini berkontribusi untuk menentukan tinggi akhir seseorang.

Terdapat tiga fase endokrin dari pertumbuh linier selama kehidupan posnatal pada manusia. Fase pertama dicirikan dengan pertumbuhan yang cepat, nampak pada kehidupan janin dan mengalami penurunan yang cepat pada usia sekitar tiga tahun. Fase kedua dicirikan dengan pertumbuhan yang lebih lambat. Kecepatan pertumbuhan menurun perlahan hingga pubertas. Fase terakhir, yaitu pubertas dicirikan dengan meningkatnya laju pertumbuhan longitudinal hingga usia dimana puncak tumbuh tinggi telah tercapai. Kemudian kecepatan pertumbuhan menurun dengan cepat mengikuti maturasi lempeng pertumbuhan pada tulang panjang dan tulang belakang yang menyebabkan lempeng pertumbuhan mengalami fusi dan terjadi penghentian pertumbuhan longitudinal (Tanner, 1962 dalam Van Der Eerden *et al.*, 2003).

2.3.3. Regulasi pada Pertumbuhan Tulang Panjang

Growth hormone (GH) menyebabkan pertumbuhan linier seluruh jaringan tubuh yang memang mampu untuk tumbuh, selain itu juga berperan dalam penambahan ukuran sel dan peningkatan proses mitosis yang diikuti dengan bertambahnya jumlah sel (Guyton, 2004). *Growth hormone* (GH) bersama-sama dengan hormon IGF-I juga berperan pada pencapaian pertumbuhan tulang yang normal dalam pembentukan tinggi badan dan juga berperan dalam pencapaian pembentukan kepadatan tulang yang normal. *Growth hormone* (GH) bersama-sama dengan IGF-I juga berperan pada proses remodeling tulang baik pada usia mudah maupun pada usia tua, pada hewan maupun pada manusia (Mohan *et al.*, 2003).

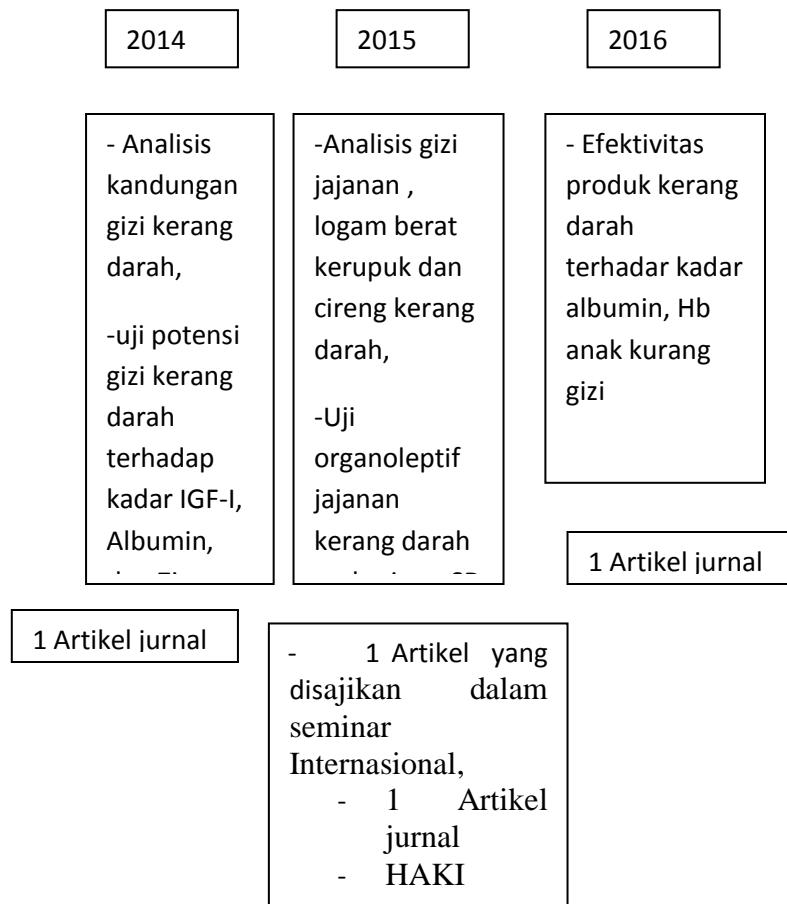
Proses pemanjangan tulang sangat dipengaruhi oleh GH baik secara langsung maupun secara tidak langsung, yaitu melalui IGF-I. *Growth hormone* (GH) akan bekerja secara langsung dengan menstimulasi prekondrosit yang kemudian akan diikuti dengan *clonal expansion*. Pertumbuhan tulang ke arah longitudinal dari tulang-tulang panjang terjadinya dengan pembentukan endokondral dan pembentukan tulang yang melintang (*shaft*) terjadinya dengan pembentukan tulang intramembran sebagai akibat dari kegiatan periosteum (Junqueira *et al.*, 1998).

Selama perkembangan janin, sebagian besar tulang dibentuk dari tulang rawan dan selanjutnya diubah menjadi tulang melalui ossifikasi. Pertumbuhan tulang biasanya berhubungan dengan resorbsi parsial dari jaringan yang telah dibentuk sebelumnya dan sekaligus peletakan tulang baru. Hal ini memungkinkan bentuk tulang dipertahankan sementara bertumbuh. Kecepatan *remodeling* tulang sangat aktif

pada anak-anak dapat mencapai 200 kali lebih cepat daripada orang dewasa (Junqueira *et al.*, 1998; Ganong, 2008).

Lebar lempeng epifisis setara dengan kecepatan pertumbuhan tulang. Pelebaran tulang dipengaruhi oleh sejumlah hormon, namun yang paling berpengaruh adalah hormon pertumbuhan dan IGF-1 (Ganong, 2008). Diafisis pada mulanya terdiri atas tulang silindris. Karena epifisis bertumbuh lebih cepat, ujung-ujung diafisis menjadi lebih besar, membentuk dua corong epifisis yang dipisahkan oleh batang diafisis. Batang diafisis memanjang akibat aktivitas osteogenik lempeng epifisis, sedangkan pelebaran diafisis terjadi akibat penambahan tulang oleh periosteum (Junqueira *et al.*, 1998).

Pertumbuhan linier tulang dapat terjadi selama epifisis terpisah dari corpus tulang, tetapi pertumbuhan terhenti setelah epifisis menyatu dengan corpus. Penutupan epifisis ini mengikuti suatu proses yang kronologis pada setiap tulang dan epifisis yang terakhir menutup setelah pubertas (Ganong, 2008). Namun hasil penelitian pada *Rattus* menunjukkan meskipun terjadi penghentian pertumbuhan, lempeng epifisis tetap mengalami pertumbuhan dengan proliferasi kondrosit secara sporadis (Roach *et al.*, 2003). Selanjutnya dapat dilihat peta jalan penelitian pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Peta jalan Penelitian

BAB III

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan Penelitian

3.1.1 Tujuan Umum

Menjelaskan peranan kerang darah terhadap kadar kalsium serum dan pertumbuhan tulang femur tikus (*Rattus norvegicus*) jantan strain *Wistar* yang diberi diet rendah protein.

3.1.2. Tujuan Khusus

1. Menjelaskan peranan kerang darah terhadap peningkatan kadar kalsium serum pada tikus (*Rattus norvegicus*) jantan strain *Wistar* yang diberi diet rendah protein.
2. Menjelaskan peranan kerang darah terhadap peningkatan panjang tulang femur tikus (*Rattus norvegicus*) jantan strain *Wistar* yang diberi diet rendah protein.
3. Menjelaskan peranan kerang darah terhadap peningkatan berat tulang femur tikus (*Rattus norvegicus*) jantan strain *Wistar* yang diberi diet rendah protein.

3.2. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai:

1. Bukti ilmiah bahwa tepung kerang darah merupakan salah satu sumber pangan kaya zinc, dan protein yang dapat memperbaiki pertumbuhan tulang panjang kondisi diet rendah protein akibat diet rendah protein.
2. Bahan pertimbangan yang dapat disosialisasikan bahwa tepung kerang darah merupakan alternatif sumber kalsium yang dapat dikembangkan sebagai pangan alternatif.
4. Peluang usaha alternatif bagi masyarakat lokal untuk mengembangkan:
 - a. Budidaya kerang darah
 - b. Pengolahan hasil kerang darah.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1. Lokasi Dan Waktu Penelitian

Kerang darah diperoleh dari Kabupaten Pohuwato Provinsi Gorontalo. Pengambilan, aklimatisasi, pemeliharaan dan pembedahan hewan uji dilakukan di Laboratorium Zoologi Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Negeri Gorontalo. Penelitian dilakukan selama 14 minggu. Penimbangan berat badan, pembedaan tikus uji, pengambilan darah, dan pengukuran panjang dan berat tulang tikus uji dilakukan di Laboratorium Zoologi Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Negeri, Pengukuran kadar kalsium serum dilakukan di Balai Besar Kesehatan Surabaya.

4.2. Bahan dan Alat

1. Bahan Penelitian: Tepung Kerang darah, pakan standar dari PT. Charoen Pokpan Indonesia, pakan rendah protein (karak /nasi kering) yang mengandung protein 8,46% diberikan pada hewan uji, HNO₃ pekat 10 Ml, Aquadest bebas logam berat (*aqua bidestilata*), dan Gas asetelin
2. Alat: Timbangan berat badan khusus untuk tikus percobaan (*Triple Beam Balance, OHAUS*), Tabung EDTA, Tabung *microwave*, *Microwave* merk *Mars Xprees*, Tabung *Nessler*, ASS (*Atomic-Absorbent Spectrophotometric*) merk ZEEnit 700, jangka sorong digital merk Einhill dengan ketelitian dua angka di belakang koma, dan timbangan digital (g), merk *Camry*, Model: EHA401 dengan ketelitian dua angka di belakang koma.

4.3. Rancangan Penelitian .

4.3.1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian Eksperimen laboratorium dengan desain penelitian *The Separate Sample Pre – Post Test Design* (Kuntoro, 2010), dengan perlakuan sebagai berikut:

KO: Kontrol (Diberikan pakan standar)

K1, Diberikan diet rendah protein (karak)

P1: Diberikan diet rendah protein dan tepung kerang darah 2.5 g/20 g bb pakan selama 6 minggu

P2: Diberikan diet rendah protein dan tepung kerang darah 5 g/20 g bb pakan selama 6 minngu

P3: Diberikan diet rendah protein dan tepung kerang darah 10 g/20 g bb pakan selama 6 minggu

4.3.2. Sampel, Dan Besar Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Rattus norvegicusn* strainwistar, jantan, umur \pm 2 (dua) bulan, berat badan 115-120 gram. Tikus dalam kondisi sehat fisik yang ditandai dengan gerakan yang lincah, bulu lebat, dan mata bersinar.

Besar sampel ditentukan sesuai dengan Kuntoro, (2010) dengan rumus sebagai berikut: $(r_1-1)(r-1) \geq 20$

$$(5-1)(r-1) \geq 20 \text{ atau } 4(r-1) \geq 20$$

$$r \geq 6$$

Keterangan:

r_1 = perlakuan, yaitu pemberian pakan yang terdiri dari 4 level.

r = jumlah ulangan

Namun untuk mengantisipasi hilangnya unit eksperimen maka dilakukan koreksi dengan $1/(1-f)$ di mana f adalah proporsi unit eksperimen yang hilang atau mengundur diri atau drop out. Dalam penelitian ini menggunakan $f = 10\%-20\%$, sehingga sampel dalam penelitian ini adalah 48 ekor tikus jantan.

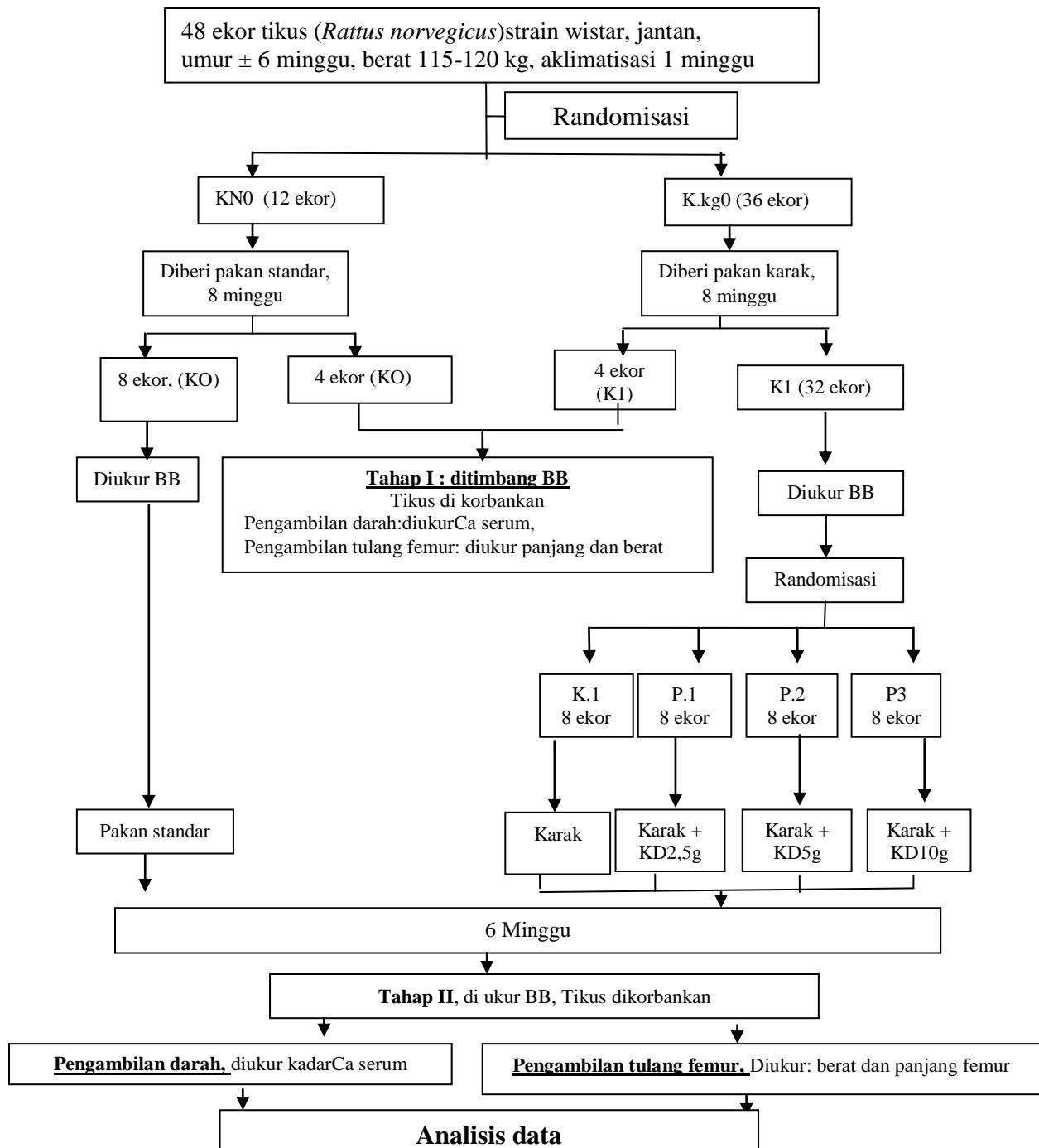
4.3.3. Pelaksanaan Penelitian

- Mengaklimatisasi hewan uji selama 1 minggu. Selama masa aklimatisasi, hewan uji diberi makan dengan pakan standar dan minum secara *ad libitum*.
- Mengelompokkan hewan uji menjadi kelompok kontrol yang diberi pakan pelet selama 8 minggu dan 14 minggu, dan kelompok hewan uji yang dikondisikan menjadi diet rendah protein dengan melalui pemberian pakan rendah protein (karak) selama 8 minggu. Kondisi diet rendah protein ini berdasarkan nilai albumin tikus uji hasil uji pra Lab yang menunjukkan bahwa tikus kontrol mempunyai kadar albumin 3,2 g/dl, sedangkan tikus yang diberikan karak mempunyai kadar albumin 2,7 g/dl.
- Merandomisasi hewan diet rendah protein dirandomisasi menjadi 4 kelompok perlakuan, masing-masing diberi karak, karak yang disubtitusi dengan tepung kerang darah 2,5 g/20 g bb pakan, karak yang disubtitusi dengan tepung kerang darah 5 g/20 g bb pakan dan karak yang disubtitusi dengan tepung

kerang darah 10 g/20 g bb pakan dari berat pakan harian tikus uji. Pemberian tepung kerang darah dilakukan selama 6 minggu.

4.3.4. Pengolahan dan Analisis Data

Data kuantitatif yang diperoleh, yaitu kadar kalsium serum, panjang, dan berat tulang di uji menggunakan uji statistik parametrik *One Way ANOVA*. Selanjutnya jika didapatkan perbedaan yang bermakna, maka dilanjutkan dengan uji statistik menggunakan *Least Significance Difference* (LSD) (Steel dan Torrie, 1980). Selanjutnya bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Bagan Alir Penelitian

Keterangan: KN0: Kontrol Normal sebelum perlakuan; Kkg1: Kontrol rendah protein sebelum perlakuan; KN1: Kontrol Normal sesudah perlakuan, Kkg1: Kontrol rendah protein sesudah perlakuan, KD: kerang darah, BB: berat badan, Pkg1, Pkg2, Pkg3: Perlakuan pemberian dengan tepung kerang darah.2,5 g, 5 g, dan 10 g.

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Hasil Penelitian

5.1.1. Peranan kerang darah (*Anadara granosa*) terhadap kadar kalsium serum tikus yang diberi diet rendah protein

Rata-rata kadar kalsium serum kelompok kontrol normal (KO) adalah $11,18 \pm 0,20$ mg/L, sedangkan rata-rata kadar kalsium serum pada kelompok diet rendah protein (K1) adalah $7,67 \pm 1,31$ mg/dL). Sementara itu, rata-rata kadar kalsium pada kelompok tikus diet rendah protein yang diberi tepung kerang darah 2,5 g (P1), 5 g (P2), dan 10 g (P3) adalah $10,41 \pm 0,79$ mg/dL, $9,19 \pm 0,84$ mg/dL, dan $9,02 \pm 0,37$ mg/dL.

Kadar kalsium serum kelompok diet rendah protein mengalami penurunan 31,40% dari kadar kalsium kelompok control normal. Pemberian tepung kerang darah menunjukkan adanya perbaikan kadar kalsium serum tikus diet rendah protein. Kelompok diet rendah protein yang diberi tepung kerang darah 2,5 g, 5 g, dan 10 g masing-masing mengalami peningkatkan kadar kalsium serum 35,72%, 19,88% dan 17,60%. Pemberian tepung kerang darah 2,5 g menunjukkan peningkatan kadar kalsium tertinggi diantara perlakuan lainnya.

Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa pemberian tepung kerang darah meningkatkan kadar kalsium serum tikus yang diberi diet rendah protein ($p = 0,03$). Selanjutnya hasil uji LSD menunjukkan bahwa rata-rata kadar kalsium serum tikus diet rendah protein berbeda secara signifikan dengan kelompok diet rendah protein yang diberi tepung kerang darah. Kadar kalsium serum tikus diet rendah protein yang

di beri tepung kerang darah 5 g dan 10 g berbeda secara signifikan dengan kelompok yang diberi 2,5 g tepung kerang darah (Tabel 5.1).

Tabel 5.1. Rata-rata Kadar Kalsium Serum (mg/L) Tikus Uji yang diberi Tepung Kerang Darah

No.	Perlakuan	Rata-rata Kadar kalsium serum (mg/dL)	Penurunan Kadar kalsium serum (%)	Peningkatan Kadar kalsium serum (%)	Nilai p
1	Kontrol normal	$11,18 \pm 0,20^a$	0	-	
2	Diet rendah protein	$7,67 \pm 1,31^c$	31,40	-	
3	Tepung kerang darah 2,5 g /pakan/hari	$10,41 \pm 0,79^a$	-	35,72	
4	Tepung kerang darah 5 g/pakan/hari	$9,19 \pm 0,84^b$	-	19,88	0,003
5	Tepung kerang darah 10 g/pakan/hari	$9,02 \pm 0,37^b$	-	17,60	

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan Uji LSD pada Taraf 5%,

5.1.2. Peranan kerang darah (*Anadara granosa*) terhadap panjang femur tikus yang diberi diet rendah protein

Rata-rata panjang femur tikus uji kelompok kontrol diet rendah protein (K1) adalah $29,93 \pm 138$ mm, rata rata panjang femur pada kelompok ini adalah yang paling pendek diantara perlakuan lainnya. Rata-rata panjang femur tikus diet rendah protein yang diberi tepung kerang darah 2,5 g (P1) adalah $32,6 \pm 1,04$ mm, rata-rata panjang femur pada perlakuan yang diberi tepung kerang darah 5g (P2) adalah $32,9 \pm 1,18$ mm. Sementara itu, rata-rata panjang femur pada tikus uji yang diberi tepung kerang darah 10 g (P3) adalah $33,24 \pm 0,93$ mm dan pada kelompok kontrol normal (KO) rata-rata panjang femur adalah $33,96 \pm 0,62$ mm.

Rata-rata panjang femur kelompok kontrol diet rendah protein mengalami penurunan 11,87 % dari panjang femur kelompok kontrol normal. Rata-rata panjang femur tikus diet rendah protein yang diberi tepung kerang darah terlihat mengalami peningkatan dibanding kelompok kontrol diet rendah protein. Panjang femur kelompok yang diberi tepung kerang darah 2,5 g, 5 g, dan 10 g masing-masing meningkat 8,39%, 9,17% dan 9,96% (Tabel 5.2).

Hasil uji ANOVA yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemberian tepung kerang darah terhadap panjang femur tikus diet rendah protein menunjukkan bahwa pemberian tepung kerang darah berpengaruh secara signifikan ($p < 0,05$) terhadap panjang femur tikus diet rendah protein. Ini dapat dilihat dari nilai $p = 0,000$. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian tepung kerang darah dapat meningkatkan panjang femur tikus diet rendah protein. Selanjutnya dari hasil uji LSD (Tabel 5.2) memperlihatkan bahwa rata-rata panjang femur pada tikus diet rendah protein berbeda secara signifikan ($p < 0,05$) dengan rata-rata panjang femur pada tikus yang diberi tepung kerang darah 2,5; 5 dan 10 g/pakan/hari. Namun rata -rata panjang femur pada tikus yang diberi tepung kerang darah 2,5 dan 5 g/pakan/hari, maupun yang diberi tepung kerang darah 2,5 dan 10 g/pakan/hari tidak berbeda secara signifikan ($p < 0,05$). Demikian juga dengan rata-rata panjang femur pada tikus yang diberi tepung kerang darah 5 dan 10 g/pakan/hari tidak berbeda secara signifikan ($p < 0,05$).

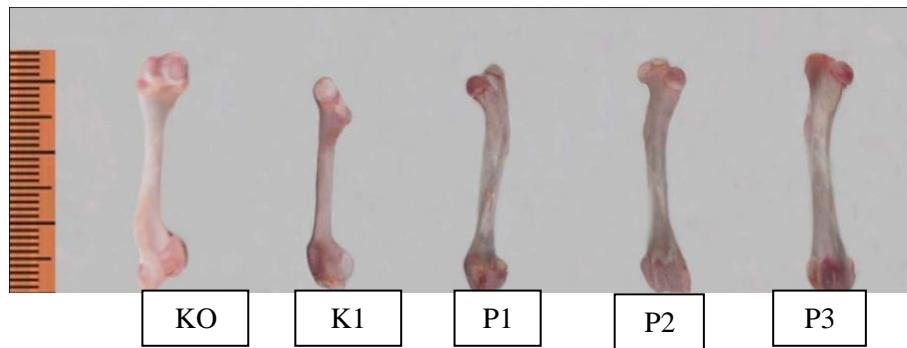
Tabel 5.2. Rata-rata Panjang Femur (mm) Tikus Uji yang diberi Tepung Kerang Darah

No.	Variabel Panjang Femur	Rata-rata Panjang Femur (mm)	Penurunan Panjang Femur (%)	Peningkatan Panjang Femur (%)	Nilai p
1	Kontrol normal	33,96 ± 0,62 ^a	0	-	
2	Diet rendah protein	29,93 ± 1,38 ^b	11,87	-	
3	Tepung kerang darah 2,5 g /pakan/hari	32,67 ± 1,04^c	-	8,39	
4	Tepung kerang darah 5 g/pakan/hari	32,95 ± 1,04 ^{ac}	-	9,17	0,000
5	Tepung kerang darah 10 g/pakan/hari	33,24 ± 0,93 ^{ac}	-	9,96	

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan Uji LSD pada Taraf 5%,

Hasil uji LSD pada panjang femur antara kelompok kontrol normal dengan kelompok kontrol diet rendah protein terlihat adanya perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$). Ini memperlihatkan bahwa pada kondisi diet rendah protein terjadi penurunan panjang femur. Sementara itu, antara kelompok kontrol diet rendah protein dengan kelompok tikus uji yang diberi tepung kerang darah 2,5 g/pakan/hari memperlihatkan rata-rata panjang femur yang berbeda secara signifikan ($p < 0,05$), ini menunjukkan bahwa pemberian tepung kerang darah 2,5 g sudah dapat meningkatkan rata-rata panjang femur pada tikus diet rendah protein. Rata-rata panjang femur antara kelompok kontrol normal dan kelompok yang diberi tepung kerang darah 5 dan 10 g/pakan/hari terlihat tidak berbeda secara signifikan ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian tepung kerang darah 5 dan 10 g/pakan/hari dapat meningkatkan rata-rata panjang femur tikus diet rendah protein, sehingga didapatkan rata-rata panjang femur yang sama dengan panjang femur pada kelompok

kontrol normal. Sementara itu, morfologi femur kelompok diet rendah protein yang diberi tepung kerang darah dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1. Morfologi femur tikus diet rendah protein yang diberi tepung kerang darah. Keterangan: KO = kontrol normal, K1= Diet rendah protein P 1= diberi tepung kerang darah 2,5 g, P2= diberi tepung kerang darah 5 g, P 3= di beri tepung kerang darah 10 g.

7.1.3. Peranan kerang darah (*Anadara granosa*) terhadap berat femur tikus yang diberi diet rendah protein

Rata-rata berat femur pada kelompok kontrol normal (KO) adalah $0,73 \pm 0,13$ g, sedangkan kelompok kontrol diet rendah protein (K1) memiliki rata-rata berat femur $0,51 \pm 0,06$ g. Berat femur pada kelompok kontrol diet rendah protein merupakan berat femur terendah dibanding kelompok lainnya. Rata-rata berat femur pada kelompok yang diberi tepung kerang darah 2,5 g/pakan/hari (P1) adalah $0,60 \pm 0,04$ g, rata-rata berat femur pada kelompok yang diberi tepung kerang darah 5 g/pakan/hari (Pkg2) adalah $0,61 \pm 0,04$ g, dan rata-rata berat femur pada kelompok yang diberi tepung kerang darah 10 g/pakan/hari (Pkg3) adalah $0,66 \pm 0,06$ g.

Rata-rata berat femur kelompok kontrol diet rendah protein mengalami penurunan 30,14 % dari berat femur kelompok kontrol normal. Rata-rata berat femur tikus diet rendah protein yang diberi tepung kerang darah terlihat mengalami peningkatan dibanding kelompok diet rendah protein. Berat femur kelompok yang diberi tepung kerang darah 2,5 g, 5 g, dan 10 g masing-masing meningkat 15,00%, 16,39% dan 22,73% (Tabel 5.2).

Tabel 5.3. Rata-rata Berat Femur (g) Tikus Uji yang diberi Tepung Kerang Darah

No.	Variabel Berat Femur	Rata-rata Berat Femur (g)	Penurunan Berat Femur (%)	Peningkatan Berat Femur (%)	Nilai p
1	Kontrol normal	0,73 ± 0,13 ^a	0	-	
2	Diet rendah protein	0,51 ± 0,06 ^b	30,14	-	
3	Tepung kerang darah 2,5 g /pakan/hari	0,60 ± 0,04 ^a	-	15,00	0,002
4	Tepung kerang darah 5 g /pakan/hari	0,61 ± 0,04 ^a	-	16,39	
5	Tepung kerang darah 10 g /pakan/hari	0,66 ± 0,06 ^a	-	22,73	

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan Uji *Mann Whitney* pada Taraf 5%

Hasil uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan bahwa pemberian tepung kerang darah berpengaruh secara signifikan ($p < 0,05$) pada berat femur tikus diet rendah protein. Hal ini berarti bahwa pemberian tepung kerang darah dapat meningkatkan berat femur pada tikus diet rendah protein.

Hasil uji lanjut dengan uji *Mann Whitney* memperlihatkan rata-rata berat femur antar kelompok kontrol normal dan kelompok kontrol diet rendah protein terlihat

berbeda secara signifikan ($p < 0,05$). Ini menunjukkan bahwa kondisi tikus diet rendah protein dapat menyebabkan penurunan berat femur. Pada kelompok diet rendah protein dan kelompok yang diberi tepung kerang darah menunjukkan adanya perbedaan berat femur yang signifikan ($p < 0,05$). Ini menunjukkan bahwa pemberian tepung kerang darah pada tikus diet rendah protein dapat meningkatkan berat femur. Selain itu, Tabel 5.3 menunjukkan bahwa berat femur antara kelompok kontrol diet rendah protein dan kelompok yang diberi tepung kerang darah 2,5 g/pakan/hari terlihat adanya perbedaan yang signifikan. Hal ini juga dapat menunjukkan bahwa pemberian tepung kerang darah 2,5 g/pakan/hari sudah dapat meningkatkan berat femur pada tikus diet rendah protein.

Selanjutnya, berat femur pada kelompok yang diberi tepung kerang darah 2,5 dan 5 maupun 10 g/pakan/hari terlihat tidak berbeda nyata dengan kelompok kontrol. Ini menunjukkan bahwa pemberian tepung kerang darah dapat meningkatkan berat femur tikus diet rendah protein, hingga mencapai berat femur yang tidak berbeda dengan kelompok kontrol.

Sementara itu, antara kelompok yang diberi tepung kerang darah memperlihatkan adanya perbedaan yang tidak signifikan ($p < 0,05$). Ini dapat berarti bahwa peningkatan komposisi pemberian tepung kerang darah pada pakan belum dapat memberikan penambahan berat femur secara signifikan ($p < 0,05$).

7.2. Pembahasan

5.2.1 Peranan kerang darah (*Anadara granosa*) terhadap kadar kalsium serum tikus yang diberi diet rendah protein

Kalsium merupakan mineral yang penting bagi manusia, jumlahnya sekitar 1-2 persen berat badan manusia, dari jumlah ini 99% berada di dalam jaringan keras , yaitu tulang dan gigi (Almatsier, 2004). Dalam darah kalsium terikat pada protein yang beredar, sebagai besar albumin dan yang lainnya terikat pada globulin. Kadar kalsium serum meliputi kalsium terikat protein dan ion kalsium bebas, hanya kalsium dalam bentuk ion mempunyai arti biologik. Penderita yang mempunyai kadar protein rendah juga mempunyai kadar kalsium total yang rendah tetapi secara fisiologis tidak mengalami hipokalssemia.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tikus normal mempunyai kadar kalsium dalam kisaran normal, yaitu 11,18 mg/dL. Sebagaimana pendapat Johnson-Delaney, (1996), yang menyatakan bahwa kadar kalsium dalam darah pada tikus normal adalah sebesar 11-13 mg/dL.Kadar kalsium darah pada kondisi normal selalu dipelihara oleh berbagai faktor sehingga tetap dalam jumlah yang diperlukan oleh tubuh, hal ini bertujuan agar tubuh tidak mengalami kekurangan kalsium (hipokalsemia) ataupun kelebihan kalsium (hiperkalsemia). Sauberlich (1999) menyatakan bahwa kadar kalsium serum dikontrol secara ketat oleh berbagai faktor termasuk asupan gizi yang diterima tubuh dan dipertahankan dalam batasan yang sempit.

Sementara itu, kelompok diet rendah protein memiliki kadar kalsium serum yang rendah. Hal ini diduga karena diet rendah protein menyebabkan ketersediaan

protein tubuh yang menurun, misalnya ketersediaan albumin. Sebagaimana hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa kondisi diet rendah protein akibat diet rendah protein menyebabkan penurunan kadar albumin (Solang, 2014), sementara albumin adalah alat transport bagi kalsium. Oleh karena itu diet rendah protein dapat menurunkan kadar kalsium serum. Hal ini dapat berarti bahwa absorpsi kalsium berkaitan dengan intake protein, oleh karena itu diet rendah protein menyebabkan absorpsi kalsium menjadi menurun akibatnya kadar kalsium dalam darah menurun.

Mengingat metabolism kalsium di dalam darah dipertahankan oleh mekanisme homeostatis tubuh dengan melibatkan peran hormon paratiroid dan kalsitonin (Ganong, 2008), maka rendahnya kadar kalsium darah tikus diet rendah protein ini diduga akan direspon oleh hipofisis dengan cara melakukan stimulus pada kelenjar paratiroid untuk menghasilkan hormon paratiroid (PTH). Hal ini dapat berarti bahwa diet rendah protein akan meninduksi perubahan pengikatan kalsium pada intestinum dan skeleton (Giannini *et al.*, 1999; Kerstetter *et al.*, 2003).

Kelompok tikus diet rendah protein yang diberi tepung kerang mengalami kenaikan kadar kalsium serum secara signifikan (Tabel 1). Kenaikan kadar kalsium serum ini disebabkan tepung kerang darah yang diberikan pada tikus mengandung protein dan kalsium yang cukup tinggi, yaitu 318,67 ppm sehingga meningkatkan ketersediaan kalsium bagi tubuh. Kenaikan kadar kalsium tertinggi pada kelompok yang diberi 2,5 g tepung kerang darah. Perbaikan kadar kalsium serum pada tikus uji ini juga diduga berkaitan dengan homeostasis kalsium yang melibatkan hormon

paratiroid. Sebagaimana pendapat Giannini *et al.*, 1999; Kerstetter *et al.*, 2003), yang menyatakan bahwa diet rendah protein dapat meningkatkan konsentrasi PTH dan kalsitonin dalam jangka pendek. Paratiroid akan menstimulasi ginjal untuk melakukan reabsorbsi kalsium dan juga menghasilkan vitamin D spesifik berupa protein 1,25 dehidroksikalsiferol di jejunum untuk meningkatkan absorbsi kalsium secara transport aktif (Murray *et.al.*, 2003).

Protein 1,25 dihidroksikalsiferol menyebabkan terbentuknya protein pengikat kalsium di sel-sel epitel jejunum. Protein di sel-sel epitel usus berfungsi untuk menyerap kalsium dalam bentuk apatit atau trikalsiumfosfat dari tepung kerang darah kemudian protein tersebut mengangkut kalsium ke dalam sitoplasma sel (intrasel), selanjutnya kalsium dikeluarkan ke dalam darah melewati membrane basolateral yang ada pada sel epitel usus dengan cara difusi terfasilitasi. Kalsium dalam bentuk apatit atau trikalsiumfosfat mudah diserap usus secara maksimal yaitu sebesar 6070% (Orias, 2008), sehingga mampu meningkatkan kadar kalsium dalam darah pada tikus kelompok P1,P2, dan P3. Namun hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi tepung kerang darah terlihat menurunkan kadar kalsium serum. Ini terlihat pada kelompok P1 yang memiliki kadar kalsium serum $9,19 \pm 0,84^b$ dan kelompok P2 = $9,02 \pm 0,37$ mg/dL. Kadar kalsium ini lebih rendah dari kelompok P1 ($10,41 \pm 0,79$ mg/dL). Hal ini diduga terkait dengan kadar protein pada pakan yang disuplementasi tepung kerang darah pada P12 dan P3 yang semakin tinggi. Hasil analisis pakan menunjukkan bahwa pakan kelompok P2 dan P3 memiliki kadar protein 18,74% dan 26,39%. Kadar protein ini melebihi kadar protein yang

dibutuhkan tikus, yaitu 12%, sehingga pakan pada kelompok P2 dan P3 diduga termasuk pakan diet protein tinggi. Adanya kadar protein ini yang lebih dari kisaran yang dibutuhkan tikus ini menyebabkan ketersedian protein dalam tubuh yang tinggi pula sehingga memungkinkan banyak kalsium yang terikat pada protein dan mengurangi kadar kalsium bebas. Dengan demikian dapat menurunkan kadar kalsium serum, hal ini karena kadar kalsium serum banyak dipengaruhi oleh kadar kalsium bebas. Pendapat ini didukung oleh Lee *et al*, (1996) yang menyatakan bahwa diet protein tinggi (protein > 0,9 – 1,0 mg/kgBB) berpengaruh pada level kalsium tubuh, karena hanya bentuk ion kalsium yang bisa lepas dari jaringan tulang dan bisa dikeluarkan melalui urin.

Selain itu, diet tinggi protein dapat menyebabkan peningkatan ekskresi kalsium melalui urin, hal ini mengarah pada keseimbangan kalsium secara negatif (Kerstetter and Allen, 1990). Berdasarkan pendapat ini maka penurunan kadar kalsium pada kelompok P2 dan P3 pada penelitian ini diduga terjadi ekskresi kalsium yang berlebih melalui urin tikus uji sehingga dapat menurunkan kadar kalsium serum.

5.2.2 Peranan kerang darah (*Anadara granosa*) terhadap panjang femur tikus yang diberi diet rendah protein

Tulang merupakan jaringan yang dinamis. Pertumbuhan dan perkembangan tulang sangat terkait erat dengan metabolisme tubuh. Tulang panjang terdiri dari batang tebal panjang yang disebut diafisis dan ujung tulang yang disebut epifisis. Femur merupakan salah satu tulang panjang.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pakan yang diberi tepung kerang darah dapat meningkatkan panjang femur tikus diet rendah protein. Hal ini didasarkan pada fakta yang telihat pada penelitian ini bahwa panjang femur tikus diet rendah protein menurun 11,87 % dari kontrol normal. Sementara itu, pemberian tepung kerang darah 2,5, 5, dan 10 g/pakan/hari dapat meningkatkan panjang femur masing-masing sebesar 8,39%, 9,17% dan 9,96% dari kelompok tikus kontrol diet rendah protein. Ini berarti pemberian tepung kerang darah dapat memperbaiki pertumbuhan femur pada tikus diet rendah protein. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa pemberian tepung kerang darah 2,5 g sudah dapat meningkatkan panjang femur tikus diet rendah protein. Pertumbuhan femur tikus diet rendah protein yang diberi tepung kerang darah dapat dilihat pada Gambar 5.1.

Peningkatan panjang femur akibat pemberian tepung kerang darah diduga karena adanya protein, kalsium, dan zinc yang tinggi pada tepung kerang darah. Protein yang tinggi dapat meningkatkan absorpsi kalsium dan zinc sehingga meningkatkan ketersediaan kalsium dan zinc dalam tubuh.

Selain itu, adanya *zinc* yang tinggi dapat meningkatkan fungsi protein. Sebagaimana yang dinyatakan oleh Hotz dan Brown (2004) bahwa protein yang tinggi akan mengabsorpsi *zinc* pangan dengan tinggi pula. Dengan demikian pemberian tepung kerang darah dapat meningkatkan ketersediaan *zinc* dalam tubuh sehingga mengoptimalkan peranan *zinc* untuk meningkatkan pertumbuhan femur, khususnya panjang femur pada tikus diet rendah protein.

Pendapat ini didasarkan pada hasil penelitian Rossi *et al.*, (2001) dan Ovesen *et al.*, (2004) yang menunjukkan bahwa panjang femur tikus yang defisiensi *zinc* lebih pendek dibanding tikus yang diberi pakan kontrol maupun pakan yang cukup mengandung *zinc*. Rossi *et al.*, (2001) menjelaskan bahwa pakan yang mengandung *zinc* 50 mg/kg dapat meningkatkan panjang femur tikus. Follis *et al.*, (1994) dalam Rossi *et al.*, (2001) menunjukkan bahwa tikus yang defisiensi *zinc* memiliki tulang panjang yang lebih pendek dibanding kelompok kontrol maupun kelompok yang kecukupan *zinc*.

Mekanisme yang mungkin dapat menjelaskan peningkatan panjang femur akibat pemberian kerang darah, yaitu adanya ketersediaan *zinc* dalam tubuh akibat pemberian tepung kerang darah sehingga mengoptimalkan peran *zinc* dalam pertumbuhan tulang femur tikus diet rendah protein. Peran *zinc* terhadap pertumbuhan tulang femur diduga berkaitan dengan partisipasi *zinc* dalam sintesis DNA. *Zinc* merupakan komponen penting dari struktur *zinc-finger protein*. Kehadiran *zinc* dalam protein ini sangat penting untuk mengikat sisi-spesifik DNA dan ekspresi gen. Peranan *zinc* ini didukung oleh keberadaan *zinc* di tulang yang memiliki konsentrasi lebih tinggi dibanding di jaringan lainnya (Ovesen *et al.*, 2004).

Konsentrasi *zinc* di tulang hingga 300 µg/g dan diketahui merupakan faktor penting dalam metabolisme tulang (Grynpas *et al.*, 1987 dalam Rossi *et al.*, 2001). *Zinc* terdapat dalam osteoid tulang, membran sinovial dan kartilago dan suplementasi *zinc* dapat meningkatkan metabolisme tulang pada tikus. Peningkatan metabolisme

tulang ditunjukkan oleh peningkatan lebar epifisis, peningkatan panjang tulang femur dan berat badan (Ovesen *et al.*, 2004).

Selain itu, peningkatan panjang femur ini diduga terkait dengan peningkatan kadar kalsium dalam darah tikus uji yang diberi tepung kerang darah. Peningkatan kadar kalsium dalam darah tikus uji ini akan direspon oleh tubuh untuk menghasilkan hormon kalsitonin oleh organ tiroid. Hormon kalsitonin merangsang pembentukan osteoblas di tulang. Osteoblas menghasilkan osteonektin untuk mengikat kalsium dalam darah dalam bentuk hidroksiapatid. Kemudian menghasilkan osteokalsin untuk proses mineralisasi dalam tulang. Kalsium dapat mempengaruhi ploriferasi osteoblas sehingga mempengaruhi pertumbuhan tulang (Huang *et al.*, 2001

Rivera *et al.*, (2003) mengemukakan bahwa pertumbuhan tulang panjang terjadi melalui proses proliferasi sel, penambahan sel-sel baru pada lempeng epifisis, dan hipertrofi sebagai hasil dari ekspansi pada lempeng pertumbuhan Pertumbuhan tulang panjang adalah hasil kerjasama yang saling mempengaruhi antara pembelahan sel (proliferasi), sel membesar (hipertrofi), juga sintesis matrik seluler, dan dipengaruhi oleh degradasi (Wilsman *et al.*, 1996 dalam Villemure dan Stokes, 2009). Van Der Eerden, (2003) menyatakan bahwa pertumbuhan tulang panjang berkontribusi untuk menentukan tinggi akhir individu.

Menurut Junqueira *et al.*, (1998) bahwa pertumbuhan memanjang tulang panjang terjadi melalui proliferasi kondrosit dalam lempeng epifisis yang berbatasan dengan diafisis. Pada waktu bersamaan kondrosit-kondrosit pada sisi diafisis lempeng mengelembung, matriknya mengapur, dan sel-selnya mati. Osteoblast meletaknya

selapis tulang primer di atas spikul tulang rawan yang mengapur. Mengingat kecepatan kedua peristiwa (proliferasi dan destruksi) berlangsung lebih kurang seimbang karenanya lempeng epifisis semakin menjauh dari bagian tengah diafisis, sehingga tulang menjadi panjang. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kerang darah dapat meningkatkan pertumbuhan tulang panjang pada tikus diet rendah protein, maka kerang darah dapat dikembangkan menjadi suplemen makanan untuk mengatasi gangguan pertumbuhan linier.

7.2.3. Peranan kerang darah (*Anadara granosa*) terhadap berat femur tikus yang diberi diet rendah protein

Tulang merupakan jaringan ikat khusus dengan kerangka kolagen yang mengandung garam Ca^{2+} dan PO_4^{3-} . Tulang berperan dalam homeostasis Ca^{2+} dan PO_4^{3-} , melindungi organ-organ vital dan sebagai alat gerak pasif. Tulang terdiri atas matrik tulang dan tiga jenis sel, yaitu (1) osteosit, yang asalnya dari osteoblas terdapat dalam lakuna di dalam matrik; (2) osteoblas, adalah sel yang berperan membentuk tulang; (3) osteoklas, yaitu sel yang berperan menyerap tulang (Ganong, 2008). Berat tulang merupakan salah satu parameter dalam metabolisme tulang (Rossi *et al .*, 2001).

Hasil uji Kruskal-Wallis menunjukkan bahwa pemberian tepung kerang darah berpengaruh secara signifikan ($p < 0,05$) terhadap berat femur tikus diet rendah protein. Hasil uji perbedaan antara perlakuan memperlihatkan bahwa pemberian tepung kerang darah 10 g (Pkg3) menunjukkan perbedaan dengan kelompok kontrol

diet rendah protein, tetapi tidak ada perbedaan dengan kontrol normal. Hasil uji perbedaan sebelum dan seudah perlakuan antara kontrol normal tidak ada perbedaan, demikian juga antara kontrol diet rendah protein sebelum (Kkg0) dan sesudah (Kkg1) juga tidak ada perbedaan. Namun antara kelompok kontrol diet rendah protein awal (Kkg0) dengan kontrol normal sesudah perlakuan maupun dengan kelompok yang diberi tepung kerang darah menunjukkan ada perbedaan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa berat femur tikus diet rendah protein menurun 30,14% dari tikus kontrol normal (Tabel 5.9). Hal ini diduga akibat pakan karak yang mengandung *zinc* dan protein rendah, yaitu *zinc* 0,791 ppm dan protein 8%. Hasil penelitian Hsich dan Navia, (1980) serta Oner *et al.*, (1984) dalam Kaji dan Nishi (2006) menunjukkan bahwa defisiensi *zinc* menurunkan berat tulang dan menghambat metabolisme tulang. Sementara itu, pemberian tepung kerang darah pada tikus diet rendah protein dapat meningkatkan berat femur. Hal ini dapat dilihat pada kelompok tikus diet rendah protein yang diberi tepung kerang darah 2,5 g, 5 g, dan 10 g menunjukkan peningkatan berat femur masing-masing sebesar 15,00%, 16,39%, dan 22,73% dari tikus kontrol diet rendah protein dan pemberian tepung kerang darah 2,5 g/pakan/hari sudah dapat meningkatkan berat femur. Ini menunjukkan adanya perbaikan pertumbuhan femur, khususnya berat femur pada tikus diet rendah protein. Perbaikan pertumbuhan tulang femur diduga berkaitan dengan aktivitas osteoblas, yaitu sel-sel pembentuk tulang.

Peningkatan berat femur tikus diet rendah protein akibat pemberian tepung kerang darah di duga berkaitan dengan adanya *zinc* dan protein yang tinggi pada

tepung kerang darah. Adanya *zinc* dan protein ini selanjutnya dapat meningkatkan ketersediaan *zinc* dalam tubuh yang terlihat pada kadar *zinc* plasma (Tabel 5.5). Dengan demikian dapat mendukung peranan *zinc* dalam pertumbuhan tulang, khususnya berat femur.

Dugaan ini didasarkan pada hasil penelitian Rossi *et al.*, (2001) yang menunjukkan bahwa berat femur tikus yang defisiensi *zinc* mengalami penurunan dibanding berat femur pada tikus yang diberi pakan standar dan pakan dengan kandungan *zinc* yang cukup. Hasil penelitian Yamaguchi *et al.*, (2004) menunjukkan bahwa *zinc* yeast dapat meningkatkan *zinc* serum, *zinc* liver, dan *zinc* jaringan femur, kandungan kalsium, alkalin fosfatase pada diafisis dan jaringan metastasis femur sehingga dapat menginduksi efek stimulator pada kalsifikasi tulang.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa *zinc* terdapat pada tulang dan diduga berperan penting pada sistem skelet. *Zinc* dapat menstimulasi pembentukan dan mineralisasi tulang (Yamaguchi dan Yamaguchi, 1986). *Zinc* dapat menstimulasi proliferasi, diferensiasi dan sintesis protein dalam sel osteoblas (Haashizume dan Yamaguchi, 1994 dalam Seo *et al.*, 2010). *Zinc* dibutuhkan untuk mengaktifasi alkalin fosfatase (ALP), enzim ini dihasilkan oleh osteoblas yang berfungsi terhadap deposisi kalsium pada diafisis tulang (Hall.,*et al.*, 1999 dalam Kaji dan Nishi, 2006).

Hasil penelitian Seo *et al.*, (2010) menunjukkan bahwa *zinc* dapat meningkatkan efek osteogenik dengan menstimulasi proliferasi sel, aktivitas alkalin fosfatase (ALP) dan sintesis kolagen pada sel-sel osteoblas. Sintesis dan aktivitas ALP serta sintesis kolagen meningkat pada saat terjadi diferensiasi osteoblas dari

tahap awal osteogenik. ALP mengandung *zinc* sebagai bagian dari metallooenzim homodimerik dan *zinc* merupakan komponennya (Bremner dan Beattie, 1995 dalam Seo *et al.*, 2010). Sintesis kolagen juga diketahui sebagai tanda diferensiasi osteoblas.

Zinc secara langsung mengaktifkan sintesis *aminoacyl-tRNA* dalam sel-sel osteoblas dan mensintesis protein seluler. Namun *zinc* menghambat osteoklas yang berperan dalam resorbsi tulang dengan menekan pembentuk sel osteoklas dari sel-sel sumsum. Oleh karena itu meningkatkan massa tulang. *Zinc* berperan pada proses-proses dari faktor resorbsi tulang yang diinduksi oleh aktivasi protein C, karenanya terlibat dalam sinyal Ca^{2+} dalam sel-sel osteoklas (Yamaguchi, 1998).

Berdasarkan pendapat-pendapat di atas maka diduga *zinc* dan protein dari kerang darah dapat menstimulasi aktivitas sel-sel osteoblas yang berperan dalam pembentukan tulang dengan mengaktivasi alkalin fosfatase (ALP). Selanjutnya meningkatkan proliferasi sel-sel osteoblas dan deposisi kalsium. Selain itu juga menghambat osteoklas. Oleh karena itu dapat menstimulasi pembentukan tulang dan kalsifikasi tulang, khususnya tulang femur.

Peningkatan berat femur akibat pemberian tepug kerang darah diduga juga berkaitan dengan peningkatan IGF-I yang terjadi pada penelitian ini. Hal ini karena IGF-I dapat mempengaruhi proliferasi sel-sel osteoblas. Dugaan ini didasarkan pada hasil penelitian Matsui dan Yamaguchi (1995) yang menunjukkan bahwa *zinc* meningkatkan efek anabolik IGF-I pada sel-sel osteoblastik. Peranan *zinc* ini dimediasi melalui *signaling pathway* pada protein kinase C dan protein fosfatase dalam sel. IGF-I merupakan salah satu hormon pertumbuhan yang terlibat dalam

sintesis matrik tulang, menstimulasi replikasi sel-sel osteoblas (Grumbach 2000, Soctweg *et al.*, 1990) dan menurunkan resorbsi tulang (Guerra-Menendez *et al.*, 2013).

Penelitian *in vitro*, pemberian IGF-I pada osteoblast matur menunjukkan dapat menstimulasi sintesis DNA dan protein matrik (Canalis *et al.*, 1991 dalam MacDonald, 2000). Sementara itu, MacDonald (2000) menyatakan bahwa *zinc* itu penting bagi IGF-I dalam menginduksi proliferasi sel dan *transforming growth factor-β* dalam sel osteoblastik. IGF-I menstimulasi fosforilasi substrat sintetik pada protein kinase C. Protein kinase C yang teraktivasi akan menginduksi proliferasi sel dan ini tergantung pada kalsium ekstraseluler. IGF-I membutuhkan *zinc* untuk menstimulasi *uptake* kalsium (Kojima *et al.*, (1993) dalam MacDonald (2000).

Sementara itu, hasil analisis kandungan mineral tepung kerang darah juga menunjukkan bahwa tepung kerang darah mengandung kalsium 318,67 ppm dan protein 27,26% sehingga diduga akan meningkatkan ketersediaan kalsium bagi tubuh. Menurut Ganong (2008), bahwa sekitar 30-80% kalsium dalam asupan makanan akan diserap. Absorbsi kalsium dipermudah oleh adanya protein.

Yulianti (2003), menyatakan bahwa pemberian tambahan kalsium dapat pula meningkatkan konsentrasi kalsium ekstraseluler sehingga mungkin dapat menyebabkan proliferasi osteoblas. Proliferasi osteoblas menyebabkan peningkatan sintesis matrik sehingga massa tulang bertambah. Osteoblas juga mengatur konsentrasi ion kalsium pada matrik melalui pelepasan kalsium dari intraseluler (Bostrom, 2000). Huang *et al.*, (2001) menjelaskan bahwa peningkatan kalsium

ekstraseluler lewat mekanisme *signaling* melalui reseptor kalsium pada osteoblas dapat berfungsi sebagai sinyal untuk mobilisasi dan proliferasi osteoblas. Hasil penelitian Yulianti (2003), menunjukkan bahwa pemberian tambahan kalsium cenderung meningkatkan berat tulang.

Berdasarkan pendapat-pendapat tersebut maka kalsium yang berasal dari pakan diduga dapat meningkatkan kalsium ekstraseluler. Oleh karena itu, kalsium dapat bekerja secara sinergis dengan IGF-I untuk menstimulasi aktivitas protein kinase C yang selanjutnya akan menginduksi proliferasi osteoblas. Proliferasi sel dapat meningkatkan sintesis matrik sehingga berat tulang bertambah.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa metabolisme tulang juga terkait dengan peranan *zinc* terhadap vitamin D. *Zinc* dapat memperlancar efek vitamin D terhadap metabolisme tulang melalui stimulasi sintesis DNA di sel-sel tulang (Salguero *et al.*, 2002). Pemberian *zinc* atau vitamin D₃ dapat meningkatkan aktivitas ALP pada tulang dan kandungan DNA. Reseptor untuk 1,25-dihydroxyvitamin D₃ diketahui mempunyai dua struktur *zinc-finger* pada sisi interaksi dengan DNA. Oleh karena itu *zinc* memiliki fungsi, yaitu interaksi antara kompleks reseptor 1,25-dihydroxyvitamin D₃ dengan DNA (McDonnel *et al.*, 1987 dalam Kaji dan Nishi, 2006).

Dengan demikian adanya *zinc* dan protein yang berasal dari kerang darah dapat memperkuat struktur *zinc-finger protein* pada reseptor 1,25-dihydroxyvitamin D₃ sehingga memperlancar efek vitamin D, yaitu meningkatkan aktivitas alkalin fosfatase (ALP). Alkalin fosfatase merupakan enzim yang terdapat

pada sel-sel osteoblas yang dapat menstimulasi pembentukan tulang dan kalsifikasi tulang.

Peningkatan berat femur juga berkaitan dengan peningkatan lebar lempeng epifisis dan panjang femur. Hal ini karena peningkatan lebar lempeng epifisis dan panjang femur mengambarkan adanya pertumbuhan sel sehingga terjadi pertambahan berat femur.

Berdasarkan pendapat-pendapat di atas maka pemberian tepung kerang darah dapat memacu proliferasi sel osteoblas sehingga dapat meningkatkan berat tulang femur. Hal ini dimungkinkan oleh adanya *zinc*, protein, dan kalsium pada tepung kerang darah yang dapat bekerja secara sinergis untuk memacu proliferasi sel osteoblas.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pemberian tepung kerang darah meningkatkan kadar kalsium serum tikus diet rendah protein
2. Pemberian tepung kerang darah meningkatkan panjang femur tikus diet rendah protein
3. Pemberian tepung kerang darah meningkatkan berat tulang tikus diet rendah protein

Berdasarkan hasil penelitian ini maka pemberian tepung kerang darah dapat memperbaiki pertumbuhan tulang tikus diet rendah protein. Pemberian tepung kerang darah 2,5 g/pakan/hari sudah dapat memperbaiki pertumbuhan akibat diet rendah protein.

6.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini maka perlu:

1. Dilakukan penelitian lanjut untuk mengetahui:
 1. Efek pemberian kerang darah terhadap kadar kalsium di femur dan urin
 2. Efek pemberian kerang darah terhadap potensi kerang darah sebagai jajanan balita
2. Dipertimbangkan sebagai bahan tambahan kudapan/ makanan dalam tatalaksana gizi untuk balita kurang gizi.

DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier S, 2004. *Prinsip dasar ilmu gizi*. Cetakan I.Jakarta. PT Gramedia. hal. 160-252.
- Astari LD, Nasoetion A, Dwiriani CM. 2005. Hubungan karakteristik keluarga, polapengasuhan dan kejadian *stunting* anak usia 6-12 bulan.; 29(2): 40-6.
- Aziz M, Thamrin W, Tirta S, 2007. Analisis glikoprotein dalam daging *Mytilus viridis*, *Anadara Granosa* dan *Anadara maculosa*. *Jurnal Ilmu KeFarmasian Indonesia*, ISSN 1693-1891. 5. (1), hlm 1-6.
- Bianchi ML. 2005. *How to manage osteoporosis in children*. Best practice and research clinical Rheumatology; 19:991-1005.
- Broom M.J, 1985, *The biology and culture of marine bivalve molluscs of the genus Anadara*. Internasional Center For Living Aquatic Resources Management.
- Cheng S, Lyytikainen A, Kroger H, Lamberg-Allardt C. 2005. Effects of calcium, dairy product, and vitamin D supplementation on bone mass accrual and body composition in 10-12 years old girls: a 2 years randomized trial. *Am J Clin Nutr*;82:1115-26.
- Crabtree NJ, Kibirigi MS, Fordham JN, Banks BM. 2004. *The Relationship between lean body mass and bone mineral content in pediatric helath and disease. Bone*; 46:512-60.
- Dawson-Hughes, B. 1996. Calcium insufficiency and fracture risk. *Osteoporosis International*, 3 ; S37-S41.
- FAO, 2012. *Species fact sheets* *Anadara granosa* (Linnaeus, 1758). Fisheries and Aquaculture Department.
- Ganong WF, 2008. *Buku ajar fisiologi kedokteran*. Edisi 22, Jakarta, Penerbit Buku Kedokteran,EGC.
- Giannini S, Nobile M, Sartori L *et al.* (1999) Acute effects of moderate dietary protein restriction in patients with idiopathic hypercalciuria and calcium nephrolithiasis. *American Journal of Clinical Nutrition* **69**: 267–71. Gillman MW, Oliveria SA, Moore LL *et al.* (1992) Inverse association

- Guyton AC, 2004. *Fisiologi manusia dan mekanisme penyakit*. Edisi IV. Petrus A, penerjemah; Jakarta: EGC. Terjemahan dari: Text Book of Medical Physiology.
- Guyton AC, Hall JE, 2007. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran* Terjemahan; Setiawan I, editor. Edke 11. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC P.O. Terjemahan dari: Textbook of Medical Physiology.
- Huang Z, Cheng SL, Slatopolsky E, 2001. Sustained activation of the extracellular signal regulated kinase pathway is required for extracellular calcium stimulation of human osteoblast proliferation. *Journal of Biological Chemistry*, 10. (abstarct).
- Johnson-Delaney, C. 1996. Exotic Companion Medicine Handbook for Veterinarians (2 Vol. Set). Lake Worth, FL: Zoological Education Network. Drapper, C.R. 1997 Phytoestro.
- Junqueira LC, Jose C, Robert OK, 1998. *Histologi Dasar*. Edisi ke-8. Terjemahan Jan Tambajong. Penerbit Buku Kedokteran. EGC.
- Kemenkes, 2010. *Riset Kesehatan Daerah, 2010*. Badan penelitian dan pengembangan kesehatan Kementerian Kesehatan, Republik Indonesia.
- _____, 2013. *Riset Kesehatan Daerah, 2013*. Badan penelitian dan pengembangan kesehatan Kementerian Kesehatan, Republik Indonesia.
- Kerstter J., Allen HL. 1990. Dietary Protein Increases Urinary Calcium. *Journal Nutrion*. 120: 134-136. American Institut of Nutrition.
- Kerstetter JE, O'Brien KO & Insogna KL (2003) Low protein intake: the impact on calcium and bone homeostasis in humans. *Journal of Nutrition* **133**: 855S–861S.
- KuntoroH, 2010. *Metode sampling dan penetuan besar sampel*. Edisi 2. Pustaka Melati. Surabaya, hal 245.
- Lacativa PGS, de Farias MLF. 2006. Office practice of osteoporosis evaluation. *Arq Bras Endocrinol Metab*;50:674-84.
- Lee, AB Carla, et all. 1996. *Fluids and Electrolytes A Practical Approach*, 4 ed.FA Davis Company. Philadelphia: 1996, pp: 98-103.
- Marcus R. 2001. *Agents Affecting calcification and Bone turnover*. Dalam:onsiewicz MJ, Morriss JM, penyunting. Goodman and Gilman's the

- pharmacological basis of therapeutics. Edisi ke-10. New York: McGraw-Hill Medical Publishing Division; pp.1715-43.
- Mohan S, Richman C, Guo R, Amaar Y, Donahue LR, Wergedal J, Baylink DJ, 2003. Insulin-like growth factor regulates peak bonemineral density in mice by both growth hormone-dependent and-independent mechanisms. *Endocrinology*, 144, pp 929–936.
- Molina PE. 2004. *Parathyroid gland & Ca & PO regulation*. Dalam: Endocrine Physiology. Edisi ke-1. New York: Lange Medical Books/McGraw-Hill, h.99-122.
- Mubarak H, 1987. Distribusi *Anadara* spp. (Pelecypoda; Archidae) dalam hubungannya dengan karakteristik lingkungan perairan dan asosiasinya dengan jenis-jenis moluska bentik lain di Teluk Blanakan Kabupaten Subang
- Murray RK, Granner DK, Mayes, PA, Rodwell VW. 2003. *Harper's Review of Biochemistry*. Dalam Andry Hartono: Biokimia, EGC. Penerbit Kedokteran, Jakarta.
- Orias, A. 2008. *Pemanfaatan Tepung Tulang Ikan Patin (Pangianus Sp) Sebagai Sumber Kalsium Dan Fosfor Dalam Pembuatan Biskuit. [Thesis]*. Pascasarjana IPB, Bogor.
- Van Der Eerden BCJ, Karperien M, Wit JM, 2003. Systemic and local regulation of the growth plate, *Endocrine Reviews*, 24(6), pp 782–801.
- Smith JB, Mangkoewidjojo S, 1987. *The care, breeding and management of experimental animals for research in the tropics*. Canberra: International Development Program of Australia Universities and Collages (I D P). Jawa Barat. *Tesis*. Bogor: Fakultas Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Steel R.G.D. & J. H. Torrie. 1980. *Principles of Statistics for University*. 2nd Edition. Mc Graw Hill, California. pp. 168-214.
- Nordin, B.E.C. 1997. Calcium requirement is a sliding scale. *Am J Clin Nutr* 2000;71:pp. 1381–3.
- Nurjanah, Zulhamsyah, Kustiyariyah, 2005. Kandungan mineral dan proksimat kerang darah (*Anadara granosa*) yang diambil dari kabupaten Boalemo, Gorontalo. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan*, VIII (2), hal 15-24.

- Pathansali D. 1966. Notes on Biology of Coockle Culture *Anadara granosa* L. *Proc IPFC Fish* II: 11.
- Poedjiadi A. 1994. *Dasar-Dasar Biokimia*. Jakarta: UI Press.
- Roach HI, Mehta G, Oreffo RO, Clarke NM, Cooper C, 2003. Temporal analysis of rat growth plates: cessation of growth with age despite presence of a physis. *Journal Histochemistry and Cytochemistry*, 51, pp 373–383.
- Sauberlich, H.E. 1999. *Laboaratory Tests for the Assessment of Nutritional Status*. 2nd ed. Washington: CRC Press.
- Soback D, Marcus D, Bikle D. 2001. *Metabolic Bone disease*. Dalam: Greenspan FS, Gardner DG, penyunting. Basic and clinical endocrinology. Edisi ke-7. New York: Lange Medical Books/McGraw-Hill; h.295-361.
- Solang M. 2014. Analisis Hasil Pemberian tepung kerang darah darah(Anadar granosa) terhadap kadar albumin, zinc, IGF-I, Panjang dan Berattulang Femur serta berat badan (Penelitian eksperimental Laboratorium pada tikus (*Rattus norvegicus*) Jantan Diet rendah protein. *Disertasi*. Universitas Airlangga.
- Valsamis HA, Arora SK, Labban B, MacFarlane SI. 2006. Antiepileptic drugs and bone metabolism. *Nutrition and Metabolism*;3:36-47.
- Van Der Eerden BCJ, Karperien M, Wit JM, 2003. Systemic and local regulation of the growth plate, *Endocrine Reviews*, 24 (6), pp 782–801.
- WHO Multicentre Growth Reference Study Group (2006). *WHO Child Growth Standards: Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body massindex-for-age: Methods and development*. Geneva: World Health Organization; pp 312.

Lampiran 1. Pakan hewan uji



Gambar 1. Pakan diet rendah protein



Gambar 1. Kerang darah



Gambar 3. Pakan yang disubtitusi tepung kerang darah

Lampiran 2. Alat penelitian



Gambar 4. Jangka Sorong



Gambar 5. Timbangan digital

Lampiran 3. Hewan uji



Gambar 6. Tikus (*Rattus norvegicus*)

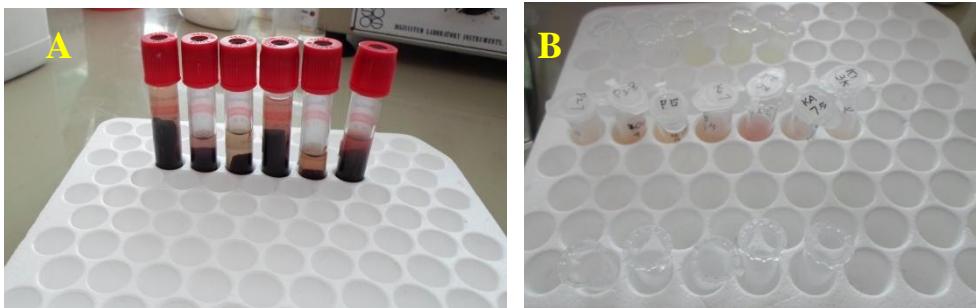


Gambar 7. Pengambilan darah tikus (*Rattus norvegicus*)



Gambar 8. Pengambilan tulang femur tikus tikus (*Rattus norvegicus*)

Lamiran 4.
Sampel Darah



Keterangan:

- A : *Whole blood*
B : Serum

Lampiran 5. Pengukuran panjang dan berat femur



Gambar 9. Pengukuran panjang tulang femur tikus tikus (*Rattus norvegicus*)



Gambar 10. Pengukuran berat tulang femur tikus tikus (*Rattus norvegicus*)

Lampiran 6. Uji statistik

ANOVA

Panjang Femur

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	66.512	4	16.628	14.836	.000
Within Groups	33.624	30	1.121		
Total	100.135	34			

Multiple Comparisons

Panjang Femur

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Control	Karak	4.03143*	.56589	.000	2.8757	5.1871
	KD 2.5 g	1.29143*	.56589	.030	.1357	2.4471
	KD 5 g	1.01571	.56589	.083	-.1400	2.1714
	KD 10 g	.72286	.56589	.211	-.4328	1.8786
Karak	Control	-4.03143*	.56589	.000	-5.1871	-2.8757
	KD 2.5 g	-2.74000*	.56589	.000	-3.8957	-1.5843
	KD 5 g	-3.01571*	.56589	.000	-4.1714	-1.8600
	KD 10 g	-3.30857*	.56589	.000	-4.4643	-2.1529
KD 2.5 g	Control	-1.29143*	.56589	.030	-2.4471	-.1357
	Karak	2.74000*	.56589	.000	1.5843	3.8957
	KD 5 g	-.27571	.56589	.630	-1.4314	.8800
	KD 10 g	-.56857	.56589	.323	-1.7243	.5871
KD 5 g	Control	-1.01571	.56589	.083	-2.1714	.1400
	Karak	3.01571*	.56589	.000	1.8600	4.1714
	KD 2.5 g	.27571	.56589	.630	-.8800	1.4314
	KD 10 g	-.29286	.56589	.609	-1.4486	.8628

KD 10 g	Control	-.72286	.56589	.211	-1.8786	.4328
	Karak	3.30857 [*]	.56589	.000	2.1529	4.4643
	KD 2.5 g	.56857	.56589	.323	-.5871	1.7243
	KD 5 g	.29286	.56589	.609	-.8628	1.4486

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Kruskal-Wallis Test

Ranks

Perlakuan		N	Mean Rank
Berat Femur	Control	7	11.00
	Karak	7	4.00
	Total	14	

Test Statistics^{a,b}

	Berat Femur
Chi-Square	9.843
df	1
Asymp. Sig.	.002

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Perlakuan

Nilai p-value sebesar $0,002 < \alpha = 0,05$, karena itu hipotesis null ditolak, bahwa terdapat pengaruh dari 3 perlakuan terhadap berat femur

Mann Whitney

1. Control – Karak

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Berat Femur	14	.6171	.14886	.47	.86
Perlakuan	14	1.5000	.51887	1.00	2.00

Ranks

Perlakuan		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Berat Femur	Control BF	7	11.00	77.00
	Karak BF	7	4.00	28.00
	Total	14		

Test Statistics^b

		Berat Femur
Mann-Whitney U		.000
Wilcoxon W		28.000
Z		-3.137
Asymp. Sig. (2-tailed)		.002
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]		.001 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Perlakuan

2. Control – KD 2,5**Descriptive Statistics**

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Berat Femur	14	.6650	.11634	.52	.86
Perlakuan	14	1.5000	.51887	1.00	2.00

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Berat Femur	Control BF	7	8.86	62.00
	KD 2,5	7	6.14	43.00
	Total	14		

Test Statistics^b

		Berat Femur
Mann-Whitney U		15.000
Wilcoxon W		43.000
Z		-1.222
Asymp. Sig. (2-tailed)		.222
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]		.259 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Perlakuan

3. Control – KD 5**Descriptive Statistics**

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Berat Femur	14	.6700	.11361	.55	.86
Perlakuan	14	1.5000	.51887	1.00	2.00

Ranks

	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Berat Femur	Control BF	7	9.07	63.50
	KD 5	7	5.93	41.50
	Total	14		

Test Statistics^b

	Berat Femur
Mann-Whitney U	13.500
Wilcoxon W	41.500
Z	-1.415
Asymp. Sig. (2-tailed)	.157
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.165 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Perlakuan

4. Control – KD 10

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Berat Femur	14	.6943	.10675	.56	.86
Perlakuan	14	1.5000	.51887	1.00	2.00

Ranks

	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Berat Femur	Control BF	7	8.29	58.00
	KD 10	7	6.71	47.00
	Total	14		

Test Statistics^d

	Berat Femur
Mann-Whitney U	19.000
Wilcoxon W	47.000
Z	-.711
Asymp. Sig. (2-tailed)	.477
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.535 ^a

a. Not corrected for ties.
 b. Grouping Variable: Perlakuan

5. Karak – KD 2,5

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Berat Femur	14	.5536	.06172	.47	.64
Perlakuan	14	1.5000	.51887	1.00	2.00

Ranks

	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Berat Femur	Karak	7	4.36	30.50
	KD 2,5	7	10.64	74.50
	Total	14		

Test Statistics^b

	Berat Femur
Mann-Whitney U	2.500
Wilcoxon W	30.500
Z	-2.823
Asymp. Sig. (2-tailed)	.005
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.
 c. Grouping Variable: Perlakuan

6. Karak – KD 5

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Berat Femur	14	.5586	.06620	.47	.66
Perlakuan	14	1.5000	.51887	1.00	2.00

Ranks

	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Berat Femur	Karak	7	4.07	28.50
	KD 5	7	10.93	76.50
	Total	14		

Test Statistics^b

	Berat Femur
Mann-Whitney U	.500
Wilcoxon W	28.500
Z	-3.087
Asymp. Sig. (2-tailed)	.002
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.001 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Perlakuan

7. Karak – KD 10

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Berat Femur	14	.5829	.09327	.47	.77
Perlakuan	14	1.5000	.51887	1.00	2.00

Ranks

	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Berat Femur	Karak	7	4.00	28.00
	KD 10	7	11.00	77.00
	Total	14		

Test Statistics^b

	Berat Femur
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	28.000
Z	-3.137
Asymp. Sig. (2-tailed)	.002
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.001 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Perlakuan

8. KD1 – KD2**Descriptive Statistics**

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Berat Femur	14	.6064	.04236	.52	.66
Perlakuan	14	1.5000	.51887	1.00	2.00

Ranks

	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Berat Femur	KD 2,5	7	6.86	48.00
	KD 5	7	8.14	57.00
	Total	14		

Test Statistics^b

	Berat Femur
Mann-Whitney U	20.000
Wilcoxon W	48.000
Z	-.589
Asymp. Sig. (2-tailed)	.556
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.620 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Perlakuan

9. KD1 – KD3

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Berat Femur	14	.6307	.06006	.52	.77
Perlakuan	14	1.5000	.51887	1.00	2.00

Ranks

Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Berat Femur	KD 2,5	7	5.71
	KD 10	7	9.29
	Total	14	65.00

Test Statistics^b

	Berat Femur
Mann-Whitney U	12.000
Wilcoxon W	40.000
Z	-1.613
Asymp. Sig. (2-tailed)	.107
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.128 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Perlakuan

10. KD2 – KD3

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Berat Femur	14	.6357	.05787	.55	.77
Perlakuan	14	1.5000	.51887	1.00	2.00

Ranks

Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Berat Femur	KD 5	7	5.86
	KD 10	7	9.14
	Total	14	64.00

	Berat Femur
Mann-Whitney U	13.000
Wilcoxon W	41.000
Z	-1.478
Asymp. Sig. (2-tailed)	.140
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.165 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Perlakuan

ANOVA

Ca_DARAH

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	21.992	4	5.498	8.505	.003
Within Groups	6.464	10	.646		
Total	28.457	14			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Ca_DARAH

Duncan^a

PERLAKUAN	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
PERLAKUAN 3	3	7.6700		
KONTROL 1	3	9.0233	9.0233	
PERLAKUAN 2	3	9.1867	9.1867	
PERLAKUAN 1	3		10.4133	10.4133
KONTROL 0	3			11.1800
Sig.		.051	.070	.270

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Lampiran 7.Biodata Ketua Peneliti

A. Identitas Diri

1.	Nama Lengkap (dengan gelar)	Dr Margaretha Solang, M.Si
2.	Jenis Kelamin	Perempuan
3.	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala
4.	NIP	19680315 199303 2001
5.	NIDN	0015036808
6.	Tempat dan tanggal lahir	Surabaya,15 Maret 1968
7.	E-mail	margarethasolang@ung.ac.id
8.	No telpon/HP	085298877996
9.	Alamat Kantor	Jl. Jend. Sudirman no.6 Gorontalo
10.	No Telepon /Fax	0435825125
11.	Lulusan yang telah dihasilkan pada Wisuda Terakhir	S-1= - orang; S2= 1 orang; S3= - orang
12	Mata Kuliah	Fisiologi Hewan Struktur Hewan Anatom Fisiologi Manusia Perkembangan Hewan Biologi Sel Mikroteknik Teknik Laboratorium Biologi Dasar Biologi Umum

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan tinggi	FKIP Universitas Sam Ratulangi	Universitas Gadja Mada	Universitas Airlangga
Bidang Ilmu	P. Biologi	Biologi	Ilmu Kesehatan
Tahun Masuk-Lulus	1987-1992	1997-2001	2010- 2014
Judul Skripsi/Tesis/ disertasi	Pengaruh Pemberian pupuk N terhadap	Pengaruh pemberian minyak hati ikan cod terhadap bleeding	Analisis suplementasi tepung kerang darah (<i>Anadara granosa</i>)

	pertumbuhan tanaman sawi	time, waktu koagulasi darah, jumlah trombosit, kadar fibrinogen dan struktur hepar tikus (<i>Rattus norvegicus</i>)	terhadap kadar albumin, zinc, IGF-I, Berat badan serta panjang dan berat Femur (Penelitian Eksperimental laboratorium pada tikus jantan kurang gizi)
Nama Pembimbing/ Promotor	Dra Maimuna Bila	Prof.drh M.P Eddy Moeljono, M.Sa.,PhD, SH	Prof. R. Bambang W. dr, MS,MCN,Ph.D.S.pGK

C. Pengalaman Penelitian Dalam Lima Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah
1.	2009	Hemostasis dan Profil Darah Mencit (<i>Mus musculus</i>) Jantan yang diberi Infus Sarang Semut (<i>Myrmecodia pendans</i>)	Proyek I-MHERE UNG	Rp. 30.000.000,-
2.	2010	Kadar Kolesterol Total, Kolesterol LDL, dan HDL Darah Tikus (<i>Rattus norvegicus</i> . L) Hiperkolesterolemia Yang Di Beri Ekstrak Sarang Semut (<i>Myrmecodia pendans</i> , Merr. & Perry)	Proyek I-MHERE UNG	Rp. 30.000.000,-
3.	2011	Kualitas Spermatozoa Tikus (<i>Rattus norvegicus</i>) Hiperlipidemia Yang Diberi Ekstrak Sarang Semut (<i>Myrmecodia pendans</i> . Merr. & Perry)	Proyek I-MHERE UNG	Rp. 30.000.000,-
4.	2014	Peranan suplementasi tepung kerang darah (<i>Anadara granosa</i>) terhadap kadar zinc, albumin, IGF-I dan pengembangan potensinya sebagai jajanan balita	Hibah bersaing DIKTI	Rp. 30.000.000,-
5.	2015	Peranan suplementasi tepung kerang darah (<i>Anadara granosa</i>) terhadap	Hibah bersaing	Rp. 73,000.000,-

		kadar zinc, albumin, IGF-I dan pengembangan potensinya sebagai jajanan balita	DIKTI	
--	--	---	-------	--

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat Dalam Lima Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Pengabdian Kepada masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah
1.	2009	Penerapan teknik meramu pakan alternatif dalam usaha meningkatkan pendapatan petani ikan nila (<i>Oreochromis niloticus</i>) di jaring apung Danau Limboto (Program Penerapan Ipteks)	Dana DIKTI	Rp. 7.500.000,-
2.	2009	Penerapan teknik pemotongan sirip ekor ikan nila sebagai upaya peningkatan produksi dan pendapatan petani ikan nila (<i>Oreochromis niloticus</i>) di jaring Apung danau Limboto Desa Iluta Kec Batudaa Kabupaten Gorontalo (Program Ipteks bagi masyarakat (IbM)	Dana DIKTI	Rp. 50.000.000,-
3.	2010	I _b M Kelompok Usaha Budidaya Ikan Nila Di Jaring Apung. Danau Limboto Kabupaten Gorontalo	Dana DIKTI	Rp. 50.000.000
4.	2011	Ipteks Bagi Masyarakat (I _B M) Kelompok Usaha Produk Produk Olahan Jagung Di Kelurahan Tenilo Kecamatan Limboto Kabupaten	Dana DIKTI	Rp. 50.000.000
5.	2014	Pengenalan Potensi Kerang Darah Sebagai Sumber Protein Alternatif Dan Zinc Pada Siswa (Dalam Menunjang Implementasi Kurukulum 2013)	Dana PNBP UNG	Rp. 1.000.000,-

6.	2015	Pengenalan Potensi Gizi Kerang dan Pelatihan Pengolahan Produk Alternatifnya Pada Masyarakat Di sekitar Pesisir Pantai	Dana PNBP UNG	Rp. 25.000.000,-
----	------	--	---------------	------------------

E. Publikasi Artikel Dalam Lima Tahun Terakhir

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/Tahun
1.	Pertumbuhan ikan nila (<i>Oreochromis niloticus</i>) melalui pemberian pakan alternatif dan pemotongan sirip ekor.	Jurnal Entropi	Volume 4 NO. 1 Februari 2009 ISSN: 1907-1965 Hal.1 – 15
2.	The Analysis of Blood Cookle (<i>Anadara granosa</i>) Flour Suplementasi on The Concentration of Zinc, IGF-I, and Ephifiseal Plate Width of Femur Malnourished Male Rats (<i>Rattus norvegicus</i>)	IEESE International Journal of Science and Techology (ISSN 2252-5297), 3	Vol 2, Desember 201

F. Pemakalah Seminar Dalam Lima Tahun Terakhir

No.	Nama Pertemuan Ilmiah/Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1.	Seminar Nasional yang diselenggarakan oleh Jurusan Pendidikan Kimia Fakultas MIPA Universitas Negeri	Dampak minyak hati ikan cod terhadap koagulasi darah dan kadar fibrinogen tikus (<i>Rattus norvegicus,L</i>)	Gorontalo. Tanggal 4 Juli 2009

2.	Seminar Nasional yang diselenggarakan oleh Proyek I-MHERE UNG.	Hemostasis dan Profil Darah Mencit (Mus musculus) Jantan yang diberi Infus Sarang Semut (Myrmecodia pendans).	Jakarta.November. 2010
3.	Seminar Nasional Hasil Pengabdian Masyarakat yang diselenggarakan oleh DP2M DIKTI.	I,bM Kelompok Usaha Budidaya Ikan Nila Di Jaring Apung. Danau Limboto Kabupaten Gorontalo	Jakarta. Oktober 2011
8.	Seminar Internasional	Level of Plumbeum and Mercury in Cracker Supplemented By Gorontalo Blood cockle (Anadara granosa) Powder	Universitas negeri Manado, 7-9 Agustus 2015

G. Karya Buku Dalam Lima Tahun Terakhir

No.	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1.	-			

H.

I. Perolehan HAKI Dalam Lima Tahun Terakhir

No.	Judul /Tema HAKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1.	-			

J. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik Dalam Lima Tahun Terakhir

No.	Judul /Tema /Jenis Rekayasa Sosial Lainnya Yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respon Masyarakat
1.	-			

K. Penghargaan Dalam 10 Tahun Terakhir

No.	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1.	Fadel Muhammad Innovation Award	Gubernur Propinsi Gorontalo	2007
2.	-		

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan,saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Penelitian Dasar Keilmuan.

Gorontalo, November 2015

Dr. Margaretha Solang, M.Si

CURRICULUM VITAE

IDENTITAS DIRI

NAMA	:	Dra. Aryati Abdul, M.Kes
NIP/NIDN	:	19590415 198602 2001 /0 015045912
Tempat dan Tanggal Lahir	:	Limboto, 15 April 1959
Jenis Kelamin	:	<input type="checkbox"/> Laki-laki <input checked="" type="checkbox"/> Perempuan
Status perkawinan	:	<input checked="" type="checkbox"/> Kawin <input type="checkbox"/> Belum kawin <input type="checkbox"/>
Duda/Janda		
Agama	:	Islam
Golongan /Pangkat	:	VI ^a / Pembina
Jabatan Akademik	:	Lektor Kepala
TMT Sebagai Dosen	:	1 Februari 1986
Status Dosen	:	<input checked="" type="checkbox"/> Tetap <input type="checkbox"/> Tidak Tetap <input type="checkbox"/>
Pendidikan Tertinggi	:	Strata 2
Fakultas	:	MIPA
Prodi/Jurusan	:	Pend. Biologi/ Biologi
Alamat kantor	:	Jln.Jend Sudirman no.6 Kota Gorontalo
Telp/faks	:	
Alamat Rumah	:	Jl. K.H Adam Zakaria no.61 Kec.Kota Utara
Kota Gtl		
Telp/Faks	:	
Alamat e-mail yang aktif	:	aryati.abdul@yahoo.co.id
No. HP	:	085240252977
Alamat Facebook	:	aryati.abdul@yahoo.co.id
Alamat blog/homepage/web	:	

RIWAYAT PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI

Tahun Lulus	Program pendidikan (diploma, sarjana, magister, spesialis, dan doktor)	Perguruan Tinggi	Jurusan/ Bidang studi	Judul Tugas Akhir/SKRIPSI/TESTIS/ DISERTASI
2002	Magister	UNAIR	IKD/ Biokimia	Pengaruh Pemberian Kombinasi Ferro Sulfat Bersama Asam Askorbat Dan Asam Sitrat terhadap Status Zat Besi Dalam Darah Pada Tikus (<i>Rattus norvegicus</i>) Dengan Keadaan defisiensi Zat Besi
1985	Sarjana	UNSRAT	PMIPA/	Pengaruh Pelaksanaan

			Pend. Biologi	Praktikum Terhadap Prestasi Belajar Siswa pada Mata Pelajaran IPA Biologi di SMP Negeri 6 Kota Gorontalo
--	--	--	---------------	--

PENGALAMAN PENELITIAN

Tahun	Judul penelitian	Ketua/Anggota Tim	Sumber Dana,Total Dana
2013	Kajian Miskonsepsi Genetika yang Ditemukan Pada Bahan Ajar Biologi SMA dan Perbaikan Kesalahan Konsep Genetika	Anggota	Hibah Fundamental 50.000.000
20012	Kajian Hasil Ujian Nasional di SMA Negeri se Kabupaten Gorontalo Utara (Suatu penelitian pada mata pelajaran Biologi SMA Negeri se Kabupaten Gorontalo Utara)	Ketua	I-MHERE 30.000.000
2011	Kualitas spermatozoa tikus putih (<i>Rattus norvegicus</i>) hyperlipidemia yang diberi ekstrak tanaman sarang semut	Ketua	I-MHERE 30.000.000
2010	Penerapan Model Pembelajaran Inovatif untuk meningkatkan kemampuan berfikir dan ketuntasan belajar peserta didik pada mata pelajaran Biologi (I-MHERE	Anggota	I-MHERE 30.000.000
2008	Aplikasi model Group Investigation melalui Direct Instruction, Peta Konsep dan Karyawisata Pada Pembelajaran Pengantar Pendidikan MIPA .	Anggota	TPSDP Bach I 15.000.000
2006	Peningkatan kualitas Pembelajaran Dasar-Dasar Pend. MIPA dengan Aplikasi Metode melalui Model Group Investigation	Anggota	Hibah Bersaing 35.000.000
2004	Perbandingan Frekuensi Gen	Anggota	SP4.

	Pada Karakter Kemampuan Membengkokkan ibu Jari Tangan dan Merasakan Pahit (Studi kasus pada suku Bajo, suku Gorontalo dan Suku jawa		3.500
--	---	--	-------

KARYA ILMIAH

A. Buku/Bab/Jurnal

Tahun	Judul	Penerbit/Jurnal
2002	Pengaruh Pemberian Kombinasi Ferro Sulfat Bersama Asam Askorbat Dan Asam Sitrat terhadap Status Zat besi Dalam Darah Pada Tikus (<i>Rattus norvegicus</i>) Dengan Keadaan Defisiensi Zat Besi	Biosains Pascasarjana UNAIR, Vol.4 No.2,30 Mei 2002. ISSN : 1412-1433

B. Makalah/Poster

Tahun	Judul	Penyelenggara
2003	Pembelajaran Untuk Memperoleh Konsep Biologi Pembelahan Sel Secara Mitosis	DEPAG KOTA GTLO
2003	Manfaat Limbah air Kelapa	SMAN Sumalata
2004	Pemberdayaan Laboratorium	FMIPA

C. Penyunting/Editor/Reviewer/Resensi

Tahun	Judul	Penerbit/Jurnal

KONFERENSI/SEMINAR/LOKAKARYA/SIMPOSIUM

Tahun	Judul Kegiatan	Penyelenggara	Lokal/Nasional/ Internasional	Panitia/Peserta/ Pembicara
2011	Workshop of Self Learning Material Development for ODL	SEAMOLEC	Lokal	Peserta
2008	Seminar: 1 Penanggulangan Bencana	PemProv Gtlo , UNESCO IHE-Delft dan UNG	Internasional	Peserta

2005	Simposium Deteksi Dini Kanker Rahim Dan Pemeriksaan PAP'S Smear	Pem.Kota Gtlo	Lokal	Peserta
2004	Seminar: "Pengembangan Kesehatan di Provinsi Gorontalo	PemProv Gtlo	Nasional	Peserta
2004	Seminar : Gerakan Peduli Mutu Jurusan Pendidikan Biologi	FMIPA	Lokal	Peserta
Cat.fotocopy/soft-file sertifikat,Abstrak atau naskah lengkap mohon dilampirkan/diserahkan ke BPMA				

KEGIATAN PROFESIONAL/PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Tahun	Jenis/ Nama Kegiatan	Tempat
2014	Penanaman Karakter Cinta Lingkungan Pada Siswa untuk Menjaga Kelestarian Plasma Nutfah di Danau Limboto (Dalam Menunjang Implementasi Kurikulum 2013)	SMK 1 Batudaa Kec Batudaa Kab. Gorontalo
2014	Pelatihan KIT IPA dan Alat Peraga Matematika	Kab. Boalemo
2012	Peningkatan income masyarakat Desa Iluta Kec Batudaa dalam pengembangan home industry olahan berbahan dasar kelapa	Kab. Gorontalo
2011	Pelatihan pemanfaatan limbah air kelapa bagi masyarakat di Kec.Boroko Kab Bolaang Mongondow	Kab. BolaangMongondow
2010	Pelatihan pembuatan kecap dari air kelapa bagi ibu-ibu PKK desa Meranti Kec.Tapa Kab.Gorontalo	Kab Bone Bolango
2009	Pelatihan Pemanfaatan limbah air kelapa pada masyarakat desa Pinonto Yongga Kecamatan Kwandang Kab. Gorontalo Utara	Kab. Gorontal Utara
2008	Usaha meningkatkan Pendapatan Petani Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>) di Jaring Apung Danau Limboto melalui Penerapan Teknik Meramu Pakan Alternatif	Kec Batudaa Kab Gorontalo
2008	Instruktur pada Pendidikan dan Latihan Profesi Guru (PLPGI)	Kab. Bone Bolango
2007	Pelatihan cara membuat pupuk bokasi	Kec Kota Barat Kota Gtlo

	dan insektisida organic pada ibu-ibu PKK di kec. Kota Barat.	
2005	Pelatihan membuat makanan ringan dengan bahan rumput laut dan merangkai bunga dari limbah kulit jagung pada Ibu-ibu Dharma wanita kota Gorontalo	Kota Gorontalo
2003	Instruktur Pada Pelaksanaan Penataran Guru MIPA Madrasah Aliyah Bidang studi Biologi	Kota Gorontalo
2003	Pemateri pada Kegiatan Program Board Based Education (BBE) Di SMU Negeri Sumalata	Kab Gorontalo

JABATAN DALAM PENGELOLAAN INSTITUSI

Peran/Jabatan	Institusi (Univ, Fak, Jur, Lab, Studio, Dll)	Jangka Waktu
Kepala Laboratorium Biologi	IKIP Negeri Gorontalo	2003 s/d 2006
Kepala Laboratorium Biolgi	FMIPA, Jurusan biologi UNG	2007s/d sekarang

PERAN DALAM KEGIATAN KEMAHASISWAAN

Tahun	Jenis/Nama Kegiatan	Peran	Tempat
2015	Diksarlab	Pendamping mahasiswa	Kec. Tapa Kab. Bone Bolango

PENGHARGAAN /PIAGAM

Tahun	Bentuk Penghargaan	Pemberi
2005	Satyalancana Karya Sapta 10 Tahun	Presiden RI
2007	Satyalancana Karya Sapta 20 Tahun	Presiden RI

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan,saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Penelitian Dasar Keilmuan.

Gorontalo, November 2015

Yang Menyatakan

Dra.Aryati Abdul, M.Kes

NIP.19590415 198602 2001