

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Kurma

1. Klasifikasi dan Morfologi Kurma



Gambar 1. Buah Kurma

Klasifikasi dari tanaman kurma adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*
Divisi : *Magnoliophyta*
Kelas : *Liliopsida*
Ordo : *Arecales*
Family : *Aracaceae*
Genus : *Phoenix*
Species : *Phoenix dactylifera*

Morfologi tanaman kurma yaitu tanaman yang berasal dari genus *Phoenix*, sehingga sekilas tampak mirip dengan pohon palem. Perbedaan utama antara buah palem dan kurma terletak pada buah yang dihasilkan, di mana buah kurma dapat dikonsumsi sementara buah palem tidak. Pohon kurma memiliki akar serabut yang dapat menembus tanah hingga kedalaman 6 meter. Batangnya berbentuk silinder dan tebal, sementara panjang daun kurma bervariasi antara 3-6 meter tergantung pada kultivarnya. Pelepah daunnya berbentuk segitiga dengan dua sudut lateral dan satu sirip. Buah kurma memiliki warna yang bervariasi, mulai dari kuning kecoklatan, coklat gelap, hingga

kuning kemerahan, dengan tekstur yang bisa lunak hingga kering (Rizki, 2021).

2. Kandungan Gizi pada Kurma

Buah kurma (*Phoenix dactylifera* L.) telah lama dikenal dan dipercaya oleh masyarakat karena berbagai manfaat kesehatannya, antara lain membantu mengatasi anemia, meningkatkan stamina, mendukung kesuburan, mempercepat pemulihan penyakit, serta menunjang pertumbuhan tubuh. Berdasarkan analisis kandungan gizi, buah kurma memiliki komposisi nutrisi yang relatif lengkap dan seimbang.

Menurut (Siddeeg *et al.*, 2019), kandungan kurma (*Phoenix dactylifera*) dalam 100 g sebagai berikut:

Tabel 1. Kandungan Zat Gizi per 100 Gram

No	Zat Gizi	Berat
1.	Energi	342 kkal
2.	Protein	3 g
3.	Lemak	0,65 g
4.	Karbohidrat	78,3 g
5.	Besi	6,5 mg
6.	Serat kasar	3,15 g

Kurma merupakan sumber karbohidrat yang tinggi serta mengandung berbagai mineral penting, terutama kalium, zat besi, kalsium, magnesium, dan fosfor, disertai kandungan serat serta vitamin seperti vitamin C dan vitamin B kompleks, termasuk vitamin B6. Kurma juga dikenal sebagai bahan pangan berenergi tinggi dengan keseimbangan nutrisi yang baik, meliputi karbohidrat, asam amino seperti triptofan, asam lemak esensial omega-3, serta berbagai mikronutrien yang berperan penting dalam proses metabolisme dan pertumbuhan.

Kandungan mineral seperti kalsium, fosfor, dan magnesium dalam kurma berperan dalam proses pembentukan dan pemanjangan tulang, sedangkan zat besi dan vitamin berkontribusi dalam pembentukan sel dan jaringan tubuh. Sari atau ekstrak kurma memiliki komposisi air, mineral, dan protein yang sesuai untuk mendukung proses pertumbuhan serta mampu meningkatkan nafsu makan, sehingga asupan energi dan zat gizi dapat terpenuhi secara optimal. Pada masa pertumbuhan, pemenuhan kebutuhan energi dan zat gizi yang adekuat akan mendorong pembentukan berbagai jaringan baru, seperti massa otot, darah, membran sel, dinding sel, dan protoplasma, yang secara keseluruhan berkontribusi terhadap peningkatan berat badan dan pertumbuhan tubuh, termasuk pertumbuhan tulang dan penambahan panjang badan (Apriyanti dkk., 2024)

3. Manfaat Buah Kurma

Menurut (Febrianti dkk., 2018), buah kurma (*Phoenix dactylifera* L.) memiliki banyak manfaat bagi kesehatan. Secara ilmiah, kurma diketahui memiliki berbagai aktivitas biologis, seperti antioksidan, antiinflamasi, antimikroba, antidiabetes, antihipertensi, serta berperan dalam melindungi organ tubuh dari kerusakan akibat radikal bebas. Manfaat tersebut menunjukkan bahwa kurma dapat membantu menjaga kondisi tubuh agar tetap sehat dan berfungsi secara optimal. Konsumsi kurma dapat membantu meningkatkan produksi sel darah, kadar hemoglobin, serta keseimbangan hormon dalam tubuh. Kondisi ini penting karena sistem peredaran darah dan keseimbangan hormon berperan besar dalam proses pertumbuhan, terutama pada masa pertumbuhan. Tubuh yang sehat dengan aliran darah yang baik akan mendukung distribusi oksigen dan zat-zat penting ke jaringan, termasuk jaringan tulang.

Kurma juga memiliki efek antioksidan dan antiinflamasi yang dapat melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan. Perlindungan ini penting dalam proses pertumbuhan tulang, karena pembentukan dan

pemanjangan tulang membutuhkan sel-sel yang aktif dan lingkungan tubuh yang stabil. Aktivitas tersebut dapat membantu kerja sel pembentuk tulang (osteoblas) dalam proses pembentukan jaringan tulang baru dan pemanjangan tulang (Febrianti dkk., 2018).

Pembahasan selanjutnya akan menguraikan secara lebih rinci peran buah kurma berdasarkan aktivitas biologisnya seperti yang dijelaskan oleh (Ainina, 2021) sebagai berikut:

a. Anti Inflamasi

Buah kurma (*Phoenix dactylifera* L.) secara tradisional telah digunakan untuk membantu mengatasi berbagai gangguan yang berhubungan dengan peradangan, seperti asma, edema, serta gangguan pada lambung dan usus. Beberapa penelitian juga melaporkan bahwa buah kurma memiliki efek pereda nyeri dan bahkan telah dikaji sebagai bahan pendukung yang dikombinasikan dengan obat antiinflamasi dan analgesik komersial, seperti ibuprofen dan parasetamol.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa buah kurma memiliki aktivitas anti-inflamasi baik secara *in vivo* maupun *in vitro*. Aktivitas ini berkaitan erat dengan kandungan metabolit sekunder dan sifat antioksidan yang dimiliki buah kurma. Daging buah kurma mampu memberikan perlindungan yang signifikan terhadap stres oksidatif dan kerusakan sel, termasuk kerusakan jaringan saraf akibat oklusi arteri karotid umum bilateral (*bilateral common carotid artery occlusion/BCCAO*), melalui peningkatan sistem antioksidan endogen seperti glutathione, glutathione reduktase, dan glutathione peroksidase (Taleb et al., 2016). Senyawa antioksidan dalam kurma, antara lain polifenol, karotenoid, dan tanin, berperan penting dalam meningkatkan aktivitas enzim antioksidan dan menekan proses inflamasi. Ekstrak metanol dan air dari daging serta biji kurma juga terbukti memiliki sifat anti-inflamasi yang nyata, ditunjukkan dengan kemampuannya dalam menekan

pembengkakan pada kaki dan mengurangi peradangan pada model arthritis adjuvan.

Aktivitas anti-inflamasi buah kurma ini memiliki kaitan dengan proses pertumbuhan tulang. Peradangan dan stres oksidatif yang berlangsung terus-menerus dapat menghambat pertumbuhan, termasuk mengganggu aktivitas sel pembentuk tulang (osteoblas) serta proses pemanjangan tulang. Dengan menekan peradangan dan melindungi sel dari kerusakan, buah kurma berpotensi menciptakan kondisi fisiologis yang mendukung aktivitas osteoblas, proses mineralisasi tulang, serta pertumbuhan panjang tulang kaki dan panjang badan.

b. Antioksidan

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa buah kurma (*Phoenix dactylifera* L.) memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi. Selain nilai gizinya, kurma kaya akan senyawa fenolik yang berperan sebagai antioksidan alami. Berbagai penelitian di beberapa negara, seperti Aljazair, Kuwait, Oman, Iran, Bahrain, dan Amerika Serikat, menunjukkan bahwa buah kurma memiliki kemampuan antioksidan yang signifikan. Aktivitas antioksidan ini berperan dalam melindungi sel tubuh dari kerusakan akibat radikal bebas serta menurunkan risiko terjadinya berbagai penyakit kronis, seperti kanker, penyakit jantung, dan gangguan neurodegeneratif (Hussain *et al.*, 2020).

Senyawa fenolik yang terkandung dalam buah kurma memiliki kemampuan antioksidan yang kuat. Kandungan polifenol dalam buah kurma mampu menetralkan spesies oksigen reaktif (*reactive oxygen species/ROS*), sehingga dapat mencegah terjadinya stres oksidatif di dalam tubuh. Stres oksidatif yang berlangsung secara terus-menerus dapat mengganggu fungsi sel dan proses metabolisme, termasuk proses pertumbuhan jaringan.

Antioksidan alami yang terdapat dalam bahan pangan, seperti asam askorbat, karotenoid, dan senyawa fenolat, diketahui berperan dalam mengurangi kerusakan oksidatif dan menjaga kesehatan tubuh. Pola konsumsi makanan yang kaya antioksidan berkontribusi dalam menjaga keseimbangan fisiologis tubuh dan mendukung fungsi sel secara optimal (Niazi *et al.*, 2017). Dalam kaitannya dengan pertumbuhan, stres oksidatif dapat menghambat aktivitas sel-sel yang berperan dalam pembentukan jaringan baru. Antioksidan pada buah kurma berpotensi melindungi sel pembentuk tulang (osteoblas) dari kerusakan akibat radikal bebas, sehingga mendukung proses pembentukan jaringan tulang dan pemanjangan tulang. Lingkungan sel yang terlindungi dari stres oksidatif akan mendukung proses mineralisasi tulang serta pertumbuhan linear.

c. Anti Karsinogenik

Angiogenesis merupakan proses pembentukan pembuluh darah baru yang berperan dalam mempertahankan kondisi inflamasi dengan menyediakan oksigen dan nutrisi bagi sel-sel di area peradangan. Kondisi inflamasi yang berkepanjangan dapat mengganggu keseimbangan metabolisme jaringan dan berpotensi menghambat proses pertumbuhan, termasuk pertumbuhan tulang. Oleh karena itu, pengendalian angiogenesis dan peradangan menjadi salah satu target penting dalam menjaga kondisi fisiologis tubuh.

Senyawa bioaktif seperti polifenol yang banyak ditemukan dalam berbagai bahan pangan nabati diketahui memiliki aktivitas antiangiogenik dan antiinflamasi. Polifenol bekerja dengan cara menghambat aktivasi mediator inflamasi, seperti sitokin proinflamasi dan enzim yang berperan dalam respon peradangan, sehingga dapat menekan terjadinya inflamasi berlebihan pada jaringan. Polifenol juga berperan dalam menghambat proses

angiogenesis, yaitu pembentukan pembuluh darah baru, melalui modulasi faktor pertumbuhan seperti *vascular endothelial growth factor* (VEGF) dan jalur pensinyalan sel yang terlibat dalam proliferasi sel endotel.

Penghambatan angiogenesis yang berlebihan penting untuk menjaga keseimbangan metabolisme jaringan, karena angiogenesis yang tidak terkontrol dapat memicu kondisi patologis, termasuk pertumbuhan jaringan abnormal dan peradangan kronis. Oleh karena itu, aktivitas antiangiogenik dan antiinflamasi dari polifenol berkontribusi dalam mempertahankan homeostasis jaringan dan mendukung fungsi metabolik sel secara optimal. Sifat antiangiogenik dan antiinflamasi dari senyawa polifenol telah banyak dimanfaatkan dalam pengembangan terapi berbagai penyakit, seperti kanker, penyakit degeneratif, dan gangguan inflamasi kronis. Melalui kemampuannya dalam menekan stres oksidatif, inflamasi, serta pembentukan pembuluh darah baru yang berlebihan, polifenol berpotensi memberikan efek protektif terhadap kerusakan jaringan dan mendukung perbaikan serta pemeliharaan fungsi jaringan tubuh secara keseluruhan (Ainina, 2021).

Buah kurma (*Phoenix dactylifera* L.) secara tradisional juga digunakan sebagai bahan alami dalam pengobatan, termasuk oleh perempuan penderita kanker payudara di Palestina. Penelitian menunjukkan bahwa buah kurma memiliki aktivitas penghambatan pertumbuhan sel yang abnormal melalui mekanisme antiangiogenik dan antiproliferasi, yang berkaitan dengan kandungan senyawa bioaktif di dalamnya. Dalam konteks pertumbuhan, kemampuan buah kurma dalam mengendalikan peradangan, angiogenesis, dan proliferasi sel yang tidak terkendali berperan dalam menciptakan lingkungan fisiologis yang stabil. Kondisi ini penting untuk mendukung aktivitas sel-sel normal,

termasuk sel pembentuk tulang (osteoblas), dalam proses pembentukan jaringan tulang dan pemanjangan tulang. Dengan demikian, pemberian minuman kurma dapat membantu mendukung pertumbuhan panjang tulang kaki dan panjang badan kelinci melalui mekanisme pengendalian peradangan dan optimalisasi fungsi seluler.

B. Mentimun

1. Klasifikasi dan Morfologi Mentimun



Gambar 2. Mentimun

Klasifikasi dari tanaman mentimun menurut (Fatimah, 2023), adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*
Divisi : *Spermatophyta*
Kelas : *Dicotyledonae*
Ordo : *Cucurbitales*
Famili : *Cucumis Spesies*
Genus : *Cucumis sativus L.*

Morfologi dari tumbuhan mentimun adalah tanaman mentimun termasuk kedalam jenis tanaman sayuran buah semusim atau berumur pendek. Tanaman mentimun tumbuh merambat (menjalar) berbentuk semak atau perdu, dan tinggi atau panjang tanaman dapat mencapai 2 meter atau lebih. Berakar tunggang dan berakar serabut. Akar

tunggangnya tumbuh lurus kedalam sampai kedalaman sekitar 20 cm, sedangkan akar serabut tumbuhan ini. tumbuh menyebar secara horizontal dan dangkal. Batang mentimun lunak dan berair tetapi cukup kuat, berbentuk bulat pipih, beruas-ruas, berbulu halus, dan berwarna hijau. Daun mentimun berbentuk bulat dengan ujung daun runcing berganda, daunnya juga bergerigi, berbulu sangat halus, memiliki tulang daun menyirip dan bercabang-cabang. Bunga mentimun berbentuk terompet dan berukuran kecil. Bunga memiliki ukuran panjang 2-3 cm. Bunga terdiri dari tangkai bunga, kelopak, mahkota dan benang sari dan putik. Buah mentimun mempunyai bentuk yang beragam, yaitu panjang silindris, bulat panjang, bulat pendek, dan' bulat sedang, tergantung varietasnya (Fatimah, 2023).

2. Kandungan Gizi pada Mentimun

Tabel 2. Kandungan Gizi per 100 Gram

No	Zat Gizi	Berat
1.	Air	96,2 g
2.	Energi	15 kal
3.	Protein	0,8 g
4.	Pati	0,1 g
5.	Karbohidrat	3 g
6.	Fosfor	30 mg
7.	Zat besi	0,5 mg
10.	Vitamin A	0,3 mg
11.	Vitamin B1	0,3 mg
12.	Vitamin B2	0,2 mg
14.	Vitamin C	10 mg
15.	Kalium	147 mg

(Putri, 2019)

Mentimun (*Cucumis sativus* L.) merupakan bahan pangan yang memiliki kandungan gizi yang mendukung fungsi fisiologis tubuh, terutama pada masa pertumbuhan. Setiap 100 gram mentimun terkandung air sebesar 96,2 g, yang menunjukkan bahwa mentimun merupakan sumber cairan yang sangat baik. Kandungan air yang tinggi

ini berperan penting dalam menjaga keseimbangan cairan tubuh, membantu transportasi zat gizi, serta menciptakan lingkungan metabolik yang optimal bagi proses pertumbuhan jaringan, termasuk jaringan tulang pada kelinci (Saini, 2025).

Mentimun mengandung energi sebesar 15 kkal dengan kandungan protein 0,8 g dan karbohidrat 3 g. Meskipun jumlahnya relatif kecil, protein tetap berperan sebagai bahan pembentuk jaringan tubuh, termasuk matriks organik tulang, sedangkan karbohidrat berfungsi sebagai sumber energi yang mendukung aktivitas metabolisme sel, termasuk sel pembentuk tulang (osteoblas). Kandungan pati dan asam malonat dalam mentimun juga berperan dalam regulasi metabolisme energi, sehingga energi yang tersedia dapat dimanfaatkan secara efisien selama proses pertumbuhan. Mentimun juga mengandung berbagai mineral penting, seperti fosfor sebesar 30 mg, zat besi 0,5 mg, dan kalium 147 mg. Fosfor merupakan mineral utama yang berperan dalam proses mineralisasi tulang bersama kalsium, sehingga mendukung kekuatan dan pemanjangan tulang (Ramayulis dkk., 2011). Kalium berfungsi menjaga keseimbangan elektrolit dan membantu kerja sel otot serta tulang, yang penting dalam mendukung pertumbuhan panjang badan dan tulang kaki. Zat besi berperan dalam pembentukan hemoglobin yang membantu distribusi oksigen ke jaringan tubuh, termasuk jaringan tulang, sehingga proses pertumbuhan dapat berlangsung secara optimal.

Mentimun mengandung vitamin seperti vitamin A, vitamin B kompleks (tiamin, riboflavin, vitamin B1 dan B2), serta vitamin C. Vitamin-vitamin ini berperan dalam mendukung metabolisme sel, pembelahan sel, serta menjaga kesehatan jaringan tubuh termasuk kesehatan tulang. Vitamin C khususnya berperan dalam sintesis kolagen, yang merupakan komponen penting dalam struktur tulang dan jaringan ikat. Dengan tersedianya kolagen yang cukup, proses

pembentukan dan pemanjangan tulang dapat berlangsung lebih baik (Agustin & Gunawan, 2019).

Berdasarkan kandungan gizi tersebut, mentimun berpotensi mendukung proses pertumbuhan tubuh secara tidak langsung melalui pemeliharaan keseimbangan cairan, penyediaan mineral penting untuk mineralisasi tulang, serta dukungan terhadap metabolisme sel dan pembentukan jaringan. Pemberian minuman mentimun dalam penelitian ini dapat berkontribusi dalam mendukung pertumbuhan panjang tulang kaki dan panjang badan kelinci melalui mekanisme pemenuhan kebutuhan cairan dan mineral yang menunjang proses pertumbuhan tulang.

3. Manfaat Mentimun

Buah mentimun (*Cucumis sativus* L.) diketahui memiliki berbagai manfaat bagi kesehatan tubuh. Manfaat tersebut berperan dalam menjaga fungsi fisiologis, metabolisme, serta keseimbangan cairan dan mineral yang penting dalam mendukung proses pertumbuhan, termasuk pertumbuhan dan kesehatan tulang. Adapun manfaat buah mentimun seperti yg dijelaskan oleh (PARANITA, 2024) sebagai berikut:

a. Menurunkan tekanan darah dan mendukung aliran darah

Mentimun mengandung mineral yang berperan dalam menjaga keseimbangan cairan dan elastisitas pembuluh darah. Tekanan darah yang stabil memungkinkan aliran darah berlangsung dengan baik sehingga oksigen dan zat-zat penting dapat didistribusikan secara optimal ke seluruh jaringan tubuh. Dalam proses pertumbuhan, khususnya pertumbuhan tulang, aliran darah yang lancar sangat dibutuhkan untuk membawa oksigen dan faktor pendukung pertumbuhan ke jaringan tulang yang sedang aktif mengalami pemanjangan.

b. Memperlancar fungsi pencernaan dan penyerapan zat gizi

Kandungan air dan serat pada mentimun membantu memperlancar pergerakan usus dan menjaga fungsi saluran

pencernaan. Sistem pencernaan yang sehat berperan penting dalam penyerapan zat gizi yang dibutuhkan tubuh. Penyerapan zat gizi yang optimal mendukung proses metabolisme dan penyediaan bahan dasar bagi pertumbuhan jaringan, termasuk jaringan tulang yang mengalami proses pembentukan dan pemanjangan.

c. Membantu menjaga kestabilan metabolisme energi

Mentimun mengandung komponen mineral yang berperan dalam proses metabolisme tubuh. Metabolisme energi yang stabil dibutuhkan untuk menunjang aktivitas sel-sel tubuh, termasuk sel-sel tulang. Energi yang cukup dan stabil memungkinkan sel pembentuk tulang bekerja secara optimal dalam mendukung proses pertumbuhan linear.

d. Mendukung kesehatan tulang dan proses pertumbuhan linear (pembahasan utama)

Mentimun berperan dalam mendukung kesehatan tulang melalui kandungan mineral, terutama kalium, yang berfungsi menjaga keseimbangan mineral dan asam-basa dalam tubuh. Keseimbangan ini sangat penting dalam proses pembentukan dan pemeliharaan jaringan tulang. Kondisi lingkungan tubuh yang stabil membantu mencegah pelepasan mineral dari tulang sehingga struktur tulang tetap kuat.

Dalam proses pertumbuhan, terutama pertumbuhan panjang badan dan panjang tulang kaki, tulang mengalami pemanjangan melalui aktivitas sel-sel tulang di daerah lempeng pertumbuhan. Sel-sel pembentuk tulang membutuhkan lingkungan metabolik yang baik agar dapat berkembang dan membentuk jaringan tulang baru secara optimal. Dukungan keseimbangan mineral dan cairan dari mentimun membantu menciptakan kondisi yang mendukung aktivitas sel-sel tersebut. Kandungan air yang tinggi pada mentimun membantu menjaga hidrasi tubuh. Hidrasi yang cukup berperan penting dalam menjaga volume darah dan transport zat-zat yang

diperlukan dalam proses pertumbuhan tulang. Konsumsi mentimun berpotensi mendukung proses pertumbuhan linear secara tidak langsung melalui pemeliharaan kesehatan tulang, keseimbangan mineral, dan kondisi metabolik tubuh yang mendukung pemanjangan tulang.

e. Membantu menjaga kondisi sel tubuh melalui aktivitas biologi

Mentimun mengandung senyawa bioaktif yang berperan dalam menjaga keseimbangan sel tubuh. Kondisi sel yang sehat dan rendah peradangan penting untuk mendukung proses pertumbuhan, karena pertumbuhan jaringan memerlukan sel-sel yang aktif dan lingkungan tubuh yang stabil.

f. Membantu pengendalian berat badan dan keseimbangan metabolisme

Mentimun memiliki komponen yang berperan dalam menghambat penumpukan lemak. Keseimbangan berat badan dan metabolisme membantu tubuh memanfaatkan energi secara efisien untuk proses pertumbuhan, bukan untuk penyimpanan energi berlebih.

g. Menjaga kesehatan jaringan mulut sebagai pendukung asupan gizi

Kesehatan gigi dan gusi berperan penting dalam proses makan dan asupan zat gizi. Kandungan vitamin C dan air dalam mentimun membantu menjaga kesehatan jaringan mulut, sehingga mendukung kenyamanan konsumsi makanan dan kecukupan asupan zat gizi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan.

C. Pertumbuhan pada Hewan

Pertumbuhan pada hewan terjadi sepanjang fase kehidupan tertentu dan ditandai dengan bertambahnya ukuran serta bobot tubuh sehingga hewan tampak lebih besar dan berat. Proses ini bersifat kuantitatif karena dapat diukur dan dinyatakan dalam bentuk angka, seperti penambahan bobot badan dan ukuran tubuh, serta bersifat irreversible, yaitu tidak dapat

kembali ke kondisi semula. Pertumbuhan tubuh pada hewan memiliki peranan penting dalam berbagai aspek, karena mencerminkan interaksi antara potensi genetik dan pengaruh lingkungan terhadap kondisi tubuh. Secara umum, pertumbuhan tubuh hewan diamati melalui peningkatan bobot badan, sedangkan pertumbuhan morfologi tubuh diketahui melalui pengukuran dimensi tubuh, seperti tinggi badan, panjang tubuh, dan lingkardada (Suhardi dkk., 2024).

Pola pertumbuhan pada hewan tersebut juga berlaku pada kelinci sebagai salah satu hewan mamalia, di mana pola pertumbuhan tubuh dan tulang sangat dipengaruhi oleh umur dan fase perkembangan yang dilalui. Menurut penelitian (Nisa dkk., 2022), kelinci memiliki lima fase pertumbuhan berdasarkan umur, yaitu fase pertama pada umur 0–40 hari (pra-sapih), fase kedua umur 40–100 hari (masa sapih), fase ketiga umur 100–140 hari (masa remaja), fase keempat umur 140–200 hari saat tubuh mencapai keseimbangan hormonal, dan fase kelima pada umur lebih dari 200 hari atau sekitar 6 bulan yang merupakan fase dewasa tubuh. Periode pertumbuhan tersebut, tulang kerangka kelinci akan terus tumbuh dan berkembang hingga mencapai ukuran maksimal pada saat kelinci mencapai dewasa tubuh.

Pertumbuhan tulang berlangsung secara bertahap dan akan terus terjadi sampai mencapai titik dewasa tubuh, sehingga umur menjadi faktor yang sangat memengaruhi hasil pertumbuhan. Kelinci yang telah berumur lebih dari satu tahun umumnya sudah tidak mengalami pertumbuhan, karena kelinci telah mencapai dewasa tubuh pada umur sekitar 4 bulan. Proses pertumbuhan tersebut tercermin dari perkembangan ukuran tubuh dan bobot badan, di mana bobot anak kelinci pada umur 58 hari sekitar 1,8 kg, meningkat menjadi sekitar 2–3 kg pada umur 4 bulan, dengan rata-rata bobot dewasa mencapai 3,6 kg dan dapat meningkat hingga 4,5–5 kg pada umur yang lebih tua. (Nisa dkk., 2022).

D. Pertumbuhan Tulang Panjang Kaki Kelinci

1. Struktur Tulang Kaki

Sistem rangka kaki belakang kelinci merupakan komponen penting dalam menunjang fungsi lokomosi, menopang berat badan, serta mendukung proses pertumbuhan tubuh. Seperti yang dijelaskan dalam penelitian (El-Ghazali & El-behery, 2018), kelinci sebagai hewan lompat (*saltatory animal*) memiliki struktur tulang kaki belakang yang berkembang dengan baik dan terspesialisasi. Rangka kaki belakang kelinci tersusun atas os coxae, femur, patella dan fabellae, tibia dan fibula, tulang tarsal, metatarsal dan digit, serta tulang sesamoid. Keseluruhan struktur ini bekerja secara terintegrasi membentuk sistem rangka yang memungkinkan terjadinya pertumbuhan panjang tulang kaki dan panjang badan secara optimal.

a. Os Coxae

Os coxae merupakan tulang panggul yang berperan sebagai penghubung antara tulang belakang dan tungkai belakang. Tulang ini tersusun atas tiga bagian utama, yaitu ilium, ischium, dan pubis, yang menyatu membentuk satu struktur panggul yang kuat dan stabil. Penyatuan ketiga tulang tersebut membentuk sebuah rongga sendi yang disebut acetabulum, yang menjadi tempat perlekatan kepala femur, os coxae berfungsi sebagai penopang utama berat badan bagian posterior serta sebagai titik tumpu distribusi gaya dari tubuh ke tungkai belakang. Posisi dan bentuk os coxae sangat menentukan arah perlekatan femur serta sudut gerak sendi panggul. Oleh karena itu, perkembangan os coxae tidak hanya berpengaruh terhadap stabilitas tubuh, tetapi juga terhadap postur dan panjang badan kelinci. Pertumbuhan os coxae yang baik akan memungkinkan pemanjangan tulang kaki berlangsung secara simetris dan seimbang.

b. Femur

Femur merupakan tulang terpanjang dan terkuat pada tungkai belakang kelinci. Tulang ini terletak di antara os coxae dan tibia. Bagian proksimal femur berartikulasi dengan acetabulum membentuk sendi panggul, sedangkan bagian distal berhubungan dengan tibia dan patella membentuk sendi lutut. Struktur femur dirancang untuk menahan beban tubuh serta menghasilkan gaya dorong yang besar saat kelinci bergerak dan melompat. Femur memiliki bagian diafisis dan epifisis yang dihubungkan oleh lempeng pertumbuhan. Pertumbuhan panjang femur terjadi melalui proses osifikasi endokondral, di mana tulang rawan pada lempeng pertumbuhan secara bertahap digantikan oleh jaringan tulang. Aktivitas sel osteoblas dan kondrosit pada lempeng pertumbuhan ini sangat menentukan laju pemanjangan femur. Oleh karena itu, femur sering digunakan sebagai indikator utama dalam penelitian pertumbuhan tulang kaki pada hewan coba.

c. Patella dan Fabellae

Patella merupakan tulang sesamoid terbesar yang terletak di bagian anterior sendi lutut. Tulang ini tertanam di dalam tendon otot paha dan berfungsi melindungi sendi lutut dari tekanan mekanik yang berlebihan. Patella berperan meningkatkan efisiensi kerja otot paha dengan memperbesar lengan momen otot, sehingga gerakan fleksi dan ekstensi lutut dapat berlangsung lebih efektif.

Fabellae adalah tulang sesamoid kecil yang terletak di bagian posterior sendi lutut dan tertanam di dalam tendon otot. Fabellae berfungsi membantu menstabilkan sendi lutut serta mengurangi gesekan antara tendon dan tulang selama pergerakan. Patella dan fabellae tidak mengalami pemanjangan seperti tulang panjang, keberadaan struktur ini sangat penting dalam menjaga fungsi sendi lutut, sehingga mendukung kerja femur dan tibia selama proses pertumbuhan dan aktivitas gerak.

d. Tibia dan Fibula

Tibia dan fibula merupakan tulang penyusun tungkai bawah kelinci. Tibia adalah tulang utama yang menopang sebagian besar berat badan dan berperan langsung dalam pergerakan. Fibula berukuran lebih kecil dan terletak di sisi lateral tibia. Fibula tidak sepenuhnya terpisah, melainkan sebagian menyatu dengan tibia, yang memberikan kestabilan tambahan pada tungkai bawah.

Tibia termasuk tulang panjang yang memiliki lempeng pertumbuhan aktif, sehingga mengalami pertambahan panjang selama masa pertumbuhan. Pemanjangan tibia berkontribusi langsung terhadap pertumbuhan panjang tulang kaki belakang. Sementara itu, fibula berperan sebagai penunjang struktural yang membantu menjaga keseimbangan dan kestabilan kaki, meskipun kontribusinya terhadap pertambahan panjang relatif lebih kecil.

e. Tulang Tarsal

Tulang tarsal terletak di bagian pergelangan kaki dan tersusun atas beberapa tulang kecil yang membentuk sendi antara tibia dan metatarsal. Tulang-tulang ini berfungsi sebagai peredam beban dan memungkinkan fleksibilitas gerakan kaki belakang. Struktur tarsal sangat penting dalam aktivitas lompat kelinci, karena berperan dalam menyerap gaya saat mendarat dan mendistribusikannya ke bagian kaki yang lain.

f. Metatarsal dan Digit

Metatarsal merupakan tulang panjang yang terletak di antara tulang tarsal dan jari-jari kaki (digit). Tulang ini berperan dalam menopang berat badan serta menjaga keseimbangan saat kelinci berdiri dan bergerak. Digit tersusun atas beberapa tulang falang yang membentuk jari kaki belakang dan berfungsi dalam stabilitas serta adaptasi terhadap permukaan tanah. Metatarsal juga mengalami pertumbuhan longitudinal dan berkontribusi terhadap

panjang total kaki belakang. Pertumbuhan metatarsal turut memengaruhi hasil pengukuran panjang tulang kaki pada kelinci.

g. Tulang Sesamoid

Selain patella dan fabellae, terdapat tulang sesamoid lain yang tertanam di dalam tendon di sekitar sendi kaki belakang. Tulang sesamoid berfungsi melindungi tendon dari tekanan mekanik serta meningkatkan efisiensi kerja otot. Keberadaan tulang ini membantu menjaga stabilitas sendi dan mendukung fungsi optimal sistem muskuloskeletal kaki belakang.

2. Mekanisme Pertumbuhan Tulang Panjang

Menurut (Hallett *et al.*, 2019), pertumbuhan tulang panjang pada mamalia terjadi melalui mekanisme osifikasi endokondral yang berlangsung di lempeng pertumbuhan (*growth plate*). Proses ini merupakan mekanisme utama yang menyebabkan pertambahan panjang tulang panjang. Pertumbuhan tersebut berlangsung pada bagian tulang yang disebut lempeng pertumbuhan, yang terletak di antara ujung tulang (*epifisis*) dan batang tulang (*diafisis*). Selama masa pertumbuhan, *growth plate* berfungsi sebagai pusat utama pertambahan panjang tulang, sehingga prinsip ini berlaku pada seluruh tulang panjang, termasuk femur, tibia, dan metatarsal.

Growth plate tersusun atas beberapa zona yang bekerja secara berurutan. Pada zona istirahat (*resting zone*), terdapat sel-sel tulang rawan yang relatif belum aktif membelah, namun berperan sebagai cadangan sel untuk pertumbuhan selanjutnya. Sel-sel ini penting untuk menjaga keberlangsungan proses pertumbuhan tulang dalam jangka waktu yang panjang. Dari zona ini, sel akan bergerak ke zona berikutnya untuk mengalami pembelahan. Pada zona proliferasi, sel tulang rawan (*chondrocyte*) mengalami pembelahan secara aktif. Sel-sel ini tersusun memanjang mengikuti arah sumbu tulang, sehingga pembelahan sel pada zona ini secara langsung mendorong pertambahan panjang tulang. Semakin aktif proses proliferasi sel, maka semakin besar potensi

pertumbuhan panjang tulang yang terjadi. Setelah itu, sel memasuki zona hipertrofi, yaitu tahap ketika chondrocyte mengalami pembesaran ukuran sel secara signifikan. Pembesaran sel pada fase hipertrofi merupakan salah satu penyumbang terbesar dalam penambahan panjang tulang. Pada tahap ini, jaringan tulang rawan mulai mengalami perubahan untuk mempersiapkan pembentukan tulang keras, termasuk proses mineralisasi dan masuknya pembuluh darah/

Pada tahap akhir, sel-sel tulang rawan yang telah mengalami hipertrofi akan mati secara alami atau berubah fungsi, kemudian digantikan oleh sel pembentuk tulang (osteoblas). Osteoblas akan membentuk jaringan tulang baru yang keras, sehingga tulang menjadi lebih panjang secara permanen. Proses ini berlangsung terus-menerus selama masa pertumbuhan hingga *growth plate* menutup ketika individu mencapai kedewasaan.

3. Peran Zat Gizi dalam Pertumbuhan Tulang

Pertumbuhan tulang merupakan proses biologis kompleks yang melibatkan pembentukan matriks tulang serta deposisi mineral secara optimal. Menurut (Syahrial dkk., 2019), zat gizi utama yang berperan penting dalam proses tersebut adalah kalsium, fosfor, dan magnesium, yang mekanisme kerjanya dapat diekstrapolasikan pada hewan mamalia lain, termasuk kelinci. Kalsium berperan sebagai mineral utama penyusun jaringan keras tulang, di mana sebagian besar kalsium tubuh terdeposit dalam tulang dalam bentuk hidroksiapatit yang berfungsi menjaga kekuatan dan struktur tulang.

Pada masa pertumbuhan, kalsium sangat dibutuhkan untuk pembentukan tulang baru dan proses pemanjangan tulang, sehingga berkontribusi langsung terhadap pertumbuhan panjang tulang kaki dan panjang badan kelinci. Fosfor berperan bersama kalsium dalam pembentukan hidroksiapatit serta menjaga keseimbangan kadar kalsium dalam darah dan jaringan tulang, keseimbangan rasio kalsium dan fosfor menjadi faktor penting karena kelebihan fosfor dapat menghambat

penyerapan kalsium dan mengganggu proses mineralisasi tulang. Sementara itu, magnesium berperan dalam meningkatkan pembentukan kristal tulang dan kepadatan tulang dengan membantu proses asimilasi kalsium ke dalam jaringan tulang, serta berperan dalam regulasi hormon paratiroid dan aktivasi vitamin D yang mengatur homeostasis tulang. Dengan demikian, kecukupan kalsium, fosfor, dan magnesium yang terserap secara optimal sangat menentukan keberhasilan proses mineralisasi dan pertumbuhan tulang panjang pada kelinci selama masa pertumbuhan.

E. Pertumbuhan Panjang Badan Kelinci

1. Parameter Morfometrik Panjang Badan sebagai Indikator Pertumbuhan Linear

Parameter morfometrik merupakan metode pengukuran kuantitatif yang digunakan untuk menggambarkan ukuran dan bentuk tubuh hewan sebagai cerminan dari proses pertumbuhan dan perkembangan rangka. Pada kelinci, pengukuran morfometrik mencakup panjang badan serta panjang tulang-tulang rangka utama, seperti humerus, radius-ulna, femur, tibia, dan metatarsal yang berperan langsung dalam pembentukan kerangka tubuh dan penopang postur tubuh. Ukuran-ukuran linear tersebut merepresentasikan pertumbuhan linear karena pertambahannya terjadi seiring dengan proses pemanjangan tulang panjang selama fase pertumbuhan. (Sholichin *et al.*, 2025) menjelaskan bahwa panjang badan (PB) dan panjang tulang ekstremitas merupakan parameter morfometrik penting yang menunjukkan perbedaan ukuran tubuh antar rumpun kelinci, serta mencerminkan kapasitas pertumbuhan rangka yang menopang bobot dan dimensi tubuh kelinci. Perbedaan nilai panjang badan dan tulang panjang antar bangsa kelinci tersebut menunjukkan bahwa pertumbuhan linear dapat dievaluasi secara objektif melalui pengukuran morfometrik rangka dan tubuh kelinci secara langsung.

Penelitian oleh (Nisa dkk., 2022) menegaskan bahwa pertumbuhan tulang rangka kelinci berlangsung hingga mencapai dewasa tubuh, yaitu sekitar umur enam bulan, sehingga perubahan ukuran tubuh linear, khususnya panjang badan, sangat dipengaruhi oleh proses pertumbuhan tulang panjang. Panjang badan digunakan sebagai indikator pertumbuhan linear karena memiliki hubungan langsung dengan perkembangan kerangka tubuh dan mencerminkan hasil kumulatif dari pemanjangan tulang-tulang kaki yang menopang tubuh kelinci. Dengan demikian, peningkatan panjang tulang kaki akan berkontribusi langsung terhadap peningkatan panjang badan secara keseluruhan. Dalam konteks penelitian ini, pengukuran panjang badan dan panjang tulang kaki kelinci menjadi indikator pertumbuhan linear yang relevan untuk mengevaluasi pengaruh pemberian campuran minuman kurma (*Phoenix dactylifera* L.) dan mentimun (*Cucumis sativus* L.) terhadap pertumbuhan tulang panjang dan pertumbuhan tubuh kelinci secara menyeluruh.

2. Hubungan Pertumbuhan Tulang Kaki dan Panjang Badan

Hubungan antara pertumbuhan tulang kaki dan panjang badan pada kelinci dapat dipahami melalui bukti ilmiah bahwa tulang panjang ekstremitas bawah, seperti femur, tibia, fibula, dan metatarsal, mengalami pemanjangan selama fase pertumbuhan. Tulang metatarsal merupakan bagian dari tulang panjang pada ekstremitas distal yang ikut mengalami pertumbuhan melalui proses osifikasi endokondral pada lempeng pertumbuhan. Selama masa pertumbuhan, aktivitas lempeng pertumbuhan memungkinkan tulang bertambah panjang seiring bertambahnya usia hewan. Oleh karena itu, perubahan panjang tulang metatarsal dapat mencerminkan aktivitas pertumbuhan rangka dan berkaitan dengan penambahan dimensi tubuh secara keseluruhan pada kelinci.

Penelitian terbaru pada kelinci *New Zealand White* oleh (Lee dkk., 2023) menunjukkan bahwa stimulasi pertumbuhan pada tulang panjang

di daerah metafisis dapat menyebabkan peningkatan panjang tulang yang dapat diukur secara langsung. Temuan ini menunjukkan bahwa tulang panjang pada ekstremitas bawah bersifat responsif terhadap rangsangan yang memengaruhi proses pertumbuhan dan menegaskan bahwa tulang kaki merupakan bagian aktif dari kerangka tubuh yang terus mengalami pemanjangan selama fase pertumbuhan. Pemanjangan tulang panjang ekstremitas bawah, termasuk metatarsal, tidak hanya berdampak pada struktur kaki, tetapi juga berkontribusi terhadap perubahan ukuran tubuh secara keseluruhan.

Pertumbuhan tulang kaki yang optimal akan mendukung peningkatan panjang badan, karena tulang ekstremitas bawah berperan dalam menopang postur tubuh dan menentukan proporsi tubuh kelinci. Dengan demikian, pertumbuhan panjang badan dapat dipandang sebagai hasil kumulatif dari pertumbuhan rangka aksial dan rangka apendikular, terutama tulang kaki seperti tibia. Apabila pertumbuhan tulang kaki berlangsung dengan baik, maka pertumbuhan panjang badan juga akan meningkat secara sejalan. Oleh karena itu, perubahan panjang tulang kaki, akan berdampak langsung terhadap dimensi tubuh secara menyeluruh, termasuk panjang badan kelinci. Hubungan ini menjadi dasar ilmiah yang kuat dalam penelitian ini untuk menilai pengaruh perlakuan nutrisi terhadap pertumbuhan linear tubuh hewan percobaan.

F. Hewan Coba Kelinci

1. Klasifikasi dan Morfologi



Gambar 3. Kelinci

Kelinci merupakan hewan mamalia yang termasuk dalam ordo lagomorpha. Hewan pengerat ini memiliki dua pasang gigi seri, berbeda dengan tikus dan hamster yang hanya memiliki sepasang gigi seri. Klasifikasi kelinci menurut (Amalia dkk., 2023) sebagai berikut:

Kingdom : *Animalia*

Phylum : *Chordata*

Sub Phylum : *Vertebrata*

Class : *Mammalia*

Ordo : *Lagomorpha*

Family : *Leporidae*

Genus : *Oryctolagus*

Species : *Oryctolagus cuniculus*

Morfologi kulit kelinci secara garis besar terbagi atas tiga bagian, yaitu lapisan epidermis, lapisan corium dan lapisan sub cutis (flesh). Lapisan epidermis merupakan lapisan terluar dari kulit yang biasa disebut lapisan tanduk yang berfungsi sebagai pelindung pada hewan hidup. Lapisan epidermis terdapat adanya hair shaft, hair root, dan juga gland sebaceous serta sweat glands, pada penyamakan lapisan ini harus di buang, kecuali apabila dilakukan penyamakan bulu, kulit terdiri atas 2 lapisan utama yaitu epidermis dan dermis. Kelinci New Zealand White memiliki karakteristik bulu yang berwarna putih bersih, mata berwarna merah, telinga berwarna merah muda. Bobot saat anak umur 58 hari sekitar 1,8 kg, bobot umur 4 bulan mencapai 2–3 kg, bobot dewasa rata-rata 3,6 kg, dan setelah lebih tua bobot maksimalnya mencapai 4,5–5 kg. Jenis New Zealand White merupakan kelinci albino, mempunyai rambut yang tidak berpigmen. Kelinci ini berasal dari negara New Zealand, sehingga disebut New Zealand White (Liding, 2023).

2. Kelinci sebagai Hewan Coba Penelitian

Menurut (Esteves *et al.*, 2018), kelinci (*Oryctolagus cuniculus*) merupakan salah satu hewan coba yang banyak digunakan dalam penelitian biomedis dan nutrisi karena memiliki karakteristik biologis yang mendukung validitas hasil penelitian. Kelinci memiliki kemiripan fisiologis dengan manusia pada beberapa sistem penting, termasuk sistem metabolisme, sistem imun, dan respons jaringan terhadap zat gizi maupun senyawa bioaktif. Kelinci telah lama digunakan sebagai model berbagai penyakit dan kondisi fisiologis manusia karena mampu menunjukkan respons biologis dan perubahan jaringan yang relatif menyerupai manusia, sehingga hasil penelitian memiliki relevansi translasi yang lebih baik dibandingkan beberapa hewan pengerat kecil lainnya.

Menurut (Liding, 2023) kelinci memiliki keunggulan karena fase pertumbuhannya berlangsung cukup cepat dan jelas, sehingga perubahan panjang badan maupun pertumbuhan tulang kaki dapat diamati dalam waktu relatif singkat. Ukuran tubuh kelinci yang lebih besar dibandingkan tikus atau mencit juga memudahkan pengukuran parameter pertumbuhan linear, seperti panjang badan dan panjang tulang ekstremitas, dengan tingkat akurasi yang lebih baik. Hal ini menjadikan kelinci sebagai model yang sesuai untuk mengevaluasi pengaruh intervensi nutrisi terhadap pertumbuhan skeletal secara kuantitatif dan terukur.

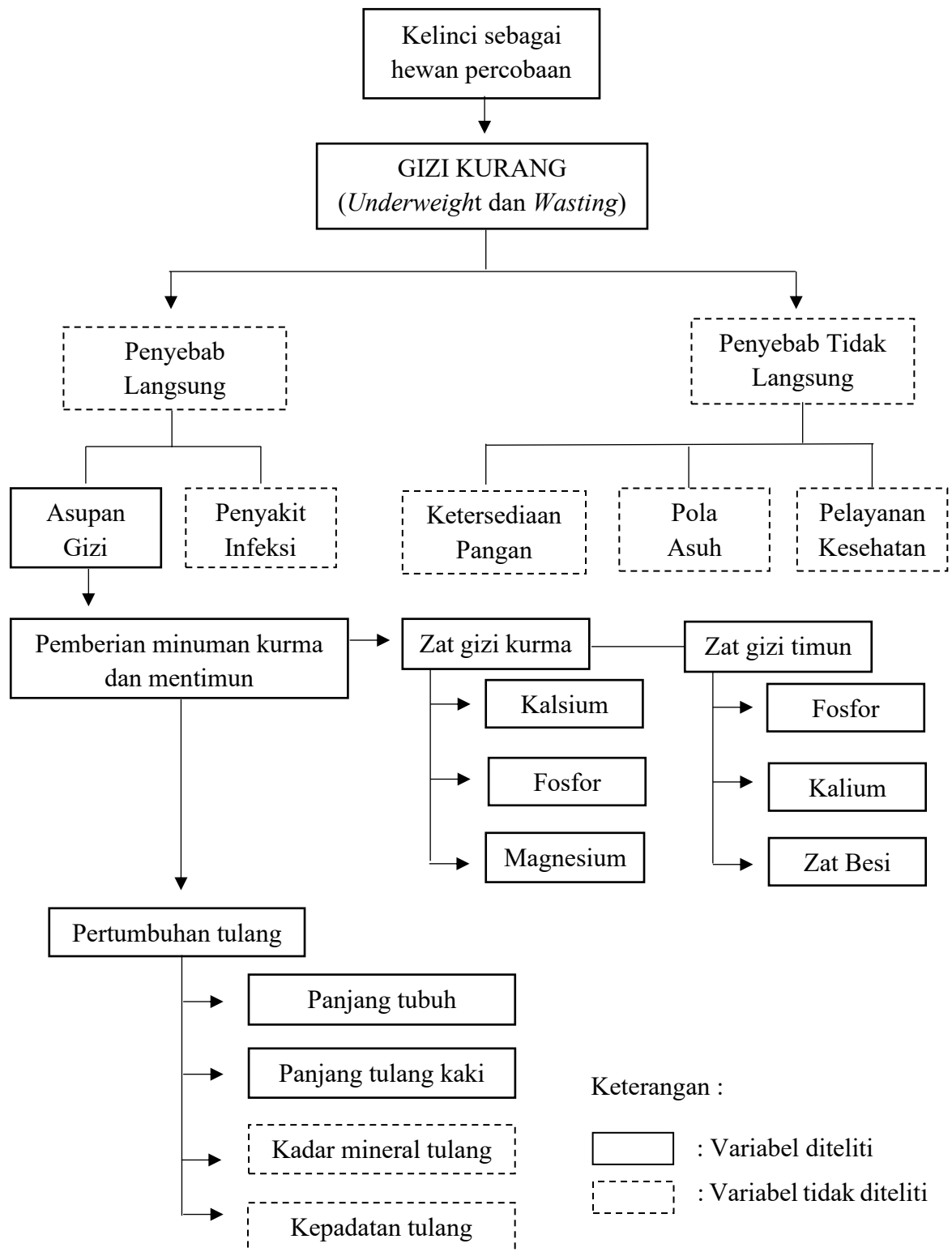
Kelinci juga memiliki sistem metabolisme yang cukup sensitif terhadap perubahan asupan zat gizi, sehingga respons tubuh terhadap pemberian bahan pangan tertentu dapat diamati dengan lebih jelas. Sensitivitas tersebut menjadikan kelinci banyak digunakan dalam penelitian nutrisi eksperimental, terutama yang berkaitan dengan pengaruh zat gizi terhadap pertumbuhan jaringan tubuh dan kesehatan tulang. Jenis kelamin turut memengaruhi laju pertumbuhan kelinci, dimana kelinci jantan umumnya menunjukkan pertumbuhan yang lebih

cepat dibandingkan kelinci betina. Hal ini disebabkan oleh efisiensi penggunaan pakan yang lebih baik serta pengaruh hormon androgen, terutama testosteron, yang berperan dalam merangsang pertumbuhan jaringan tubuh dan perkembangan tulang (Nisa dkk., 2022). Dengan karakteristik tersebut, penggunaan kelinci jantan dalam penelitian ini dinilai mampu memberikan gambaran pertumbuhan yang lebih optimal dan stabil selama masa perlakuan berlangsung.

Pemberian bahan pangan fungsional yang mengandung vitamin, mineral, air, dan senyawa bioaktif diketahui dapat memengaruhi proses metabolisme tubuh, aktivitas sel tulang, serta pembentukan jaringan baru pada kelinci. Kurma mengandung karbohidrat sederhana, mineral, vitamin, dan antioksidan yang dapat mendukung produksi energi serta aktivitas metabolisme tubuh. Sementara itu, mentimun memiliki kandungan air yang tinggi serta mengandung vitamin dan mineral yang dapat membantu menjaga keseimbangan cairan tubuh dan mendukung proses pertumbuhan jaringan. Kombinasi kedua bahan tersebut diduga mampu memberikan efek terhadap pertumbuhan panjang badan dan panjang tulang kaki melalui peningkatan ketersediaan zat gizi dan dukungan terhadap proses metabolisme tubuh, bentuk minuman yang diberikan memungkinkan zat gizi lebih mudah dikonsumsi dan diserap oleh tubuh kelinci dibandingkan bentuk padat.

Pemilihan kelinci sebagai hewan coba dalam penelitian ini didasarkan pada kesesuaian karakteristik biologis, kemudahan pengamatan pertumbuhan linear, serta relevansinya sebagai model nutrisi eksperimental. Hal ini mendukung tujuan penelitian untuk menganalisis pengaruh pemberian campuran minuman mentimun dan kurma terhadap pertumbuhan panjang tulang kaki dan panjang badan kelinci secara objektif dan ilmiah.

G. Kerangka Konsep



Gambar 4. Kerangka Konsep

H. Hipotesis Penelitian

- a. Terdapat pengaruh pemberian campuran minuman kurma (*Phoenix dactylifera L.*) dan mentimun (*Cucumis sativus L*) terhadap konsumsi pakan
- b. Terdapat pengaruh pemberian campuran minuman kurma (*Phoenix dactylifera L.*) dan mentimun (*Cucumis sativus L*) terhadap konsumsi minum
- c. Terdapat pengaruh pemberian campuran minuman kurma (*Phoenix dactylifera L.*) dan mentimun (*Cucumis sativus L*) terhadap panjang tulang kaki kelinci
- d. Terdapat pengaruh pemberian campuran minuman kurma (*Phoenix dactylifera L.*) dan mentimun (*Cucumis sativus L*) terhadap panjang badan kelinci