

BAB II

LANDASAN TEORETIS

2.1 Kajian Teori

2.1.1 Gua

a. Pengertian Gua

Gua adalah setiap ruang bawah tanah yang dapat dimasuki oleh manusia dan memiliki sifat yang khas dalam mengatur suhu udara di dalamnya yaitu pada saat udara di luar panas maka di dalam gua akan terasa sejuk, begitu pula sebaliknya (IUS dalam Wolor 2018). Gua adalah setiap lubang dibawah tanah yang terbentuk melalui sistem pencelahan, rekahan atau aliran sungai sehingga membentuk suatu lintasan aliran sungai bawah tanah. Hal tersebut selaras dengan yang dikatakan oleh Arsono bahwa gua adalah suatu lorong bentukan alamiah di bawah tanah yang bisa dilalui oleh manusia, yang hanya bisa dilalui hewan saja disebut gua mikro. Menurut Samodra (2001) mengatakan bahwa gua adalah lorong-lorong di bawah tanah yang terbentuk retakan-retakan akibat adanya pelarutan batu gamping.

Gua merupakan ruang alamiah yang dapat dimasuki oleh manusia dan memiliki kenampakan berupa lorong vertikal, horizontal, maupun kedua lorong tersebut (Labib dkk, 2020). Gua merupakan peneduh dan penutup tanah yang baik karena berpengaruh terhadap topografi yang melindungi permukaan gua dari pengikisan air hujan dan resapan air yang masuk ke dalam gua (Risman dalam Arjunari, 2018). Gua merupakan hal penting dalam habitat kelelawar, dimana Fatem dkk dalam Arjunari (2018) mengatakan bahwa gua merupakan habitat kelelawar yang dijadikan sebagai tempat beristirahat kelelawar.

b. Proses Pembentukan Gua

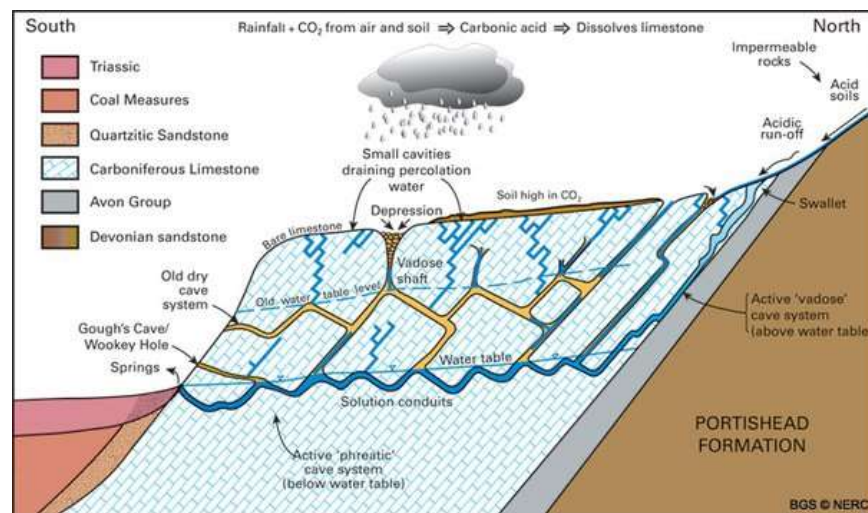
Berdasarkan kondisi pembentukannya, gua dibagi menjadi gua karst, gua lava dan gua litoral. Gua karst terbentuk dari proses karstifikasi dan pelarutan. Gua lava terbentuk akibat pergeseran permukaan tanah karena gejala aktifnya vulkanologi atau aktivitas gunung api. Gua litoral terbentuk karena proses erosi dan pengikisan air laut terhadap batuan di sekitar daerah pantai (Afkani dalam Wolor, 2018). Menurut Suhardjono dalam Wolor (2018) gua

terbentuk akibat pelarutan karst oleh air hujan dan menghasilkan rekahan. Kecepatan dan besarnya proses pelarutan yang tidak sama menimbulkan lorong-lorong yang berbeda bentuk, ada yang lurus, berkelok-kelok atau bercabang. Sedangkan menurut Ko dalam Wolor (2018) proses pembentukan gua di pengaruhi oleh tiga proses, yakni pengikisan kimiawi, mekanis ataupun keduanya, lalu pengendapan yang membentuk sedimen gua dan peruntuhan. Samodra (2001) mengatakan sedimentasi dalam gua cenderung mempersempit lorong, sedangkan peruntuhan dan pengikisan membuat lorong gua semakin besar.

Pembentukan gua tergantung kepada jenis gua, dimana secara geologi ada beberapa jenis pembentukan gua secara alami, yaitu:

1. Gua Karst

Pembentukan untuk jenis gua ini disebut dengan proses *Disolution*. Gua ini memiliki formasi karst yang terbentuk akibat pelarutan batu gamping oleh air dalam proses yang lama, dimana di dalam prosesnya air masuk melalui celah-celah batuan hingga masuk kebagian dalam batuan dan secara perlahan mengikis bagian dalam sehingga akan membentuk gua di bawah permukaan tanah. Proses *disolution* dapat dilihat pada Gambar 2.1.

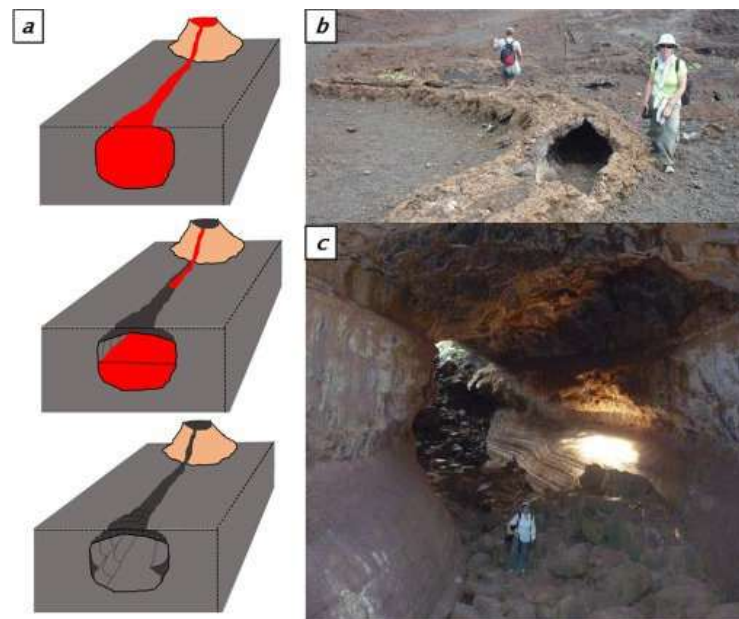


Gambar 2. 1
Proses Disolution

(Sumber: Prasetya, 2020)

2. Gua Lava

Pembentukan jenis ini disebut dengan *Lava Tube*. Gua ini terbentuk secara alami akibat proses pendinginan lava gunung api, dimana di dalam prosesnya berawal dari aliran lava panas dengan permukaan lava yang mulai mendingin dan mengeras sebagai akibat kontak dengan udara tetapi bagian dalamnya tetap panas sehingga masih mengalir dan menciptakan lubang besar yang akhirnya membentuk gua di atas permukaan tanah. Proses *Lava Tube* dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2
Proses Lava Tube

(Sumber: Prasetya, 2020)

3. Gua Erosi

Terbentuk sebagai gua alami yang biasanya ada di tepi pantai sebagai akibat dari terkikisnya batuan oleh ombak dari lautan sehingga batuan tersebut lama-kelamaan semakin lemah dan hancur hingga menciptakan lubang di batuan membentuk gua.

c. Jenis-jenis Gua

Berdasarkan posisinya, gua dapat dibedakan menjadi gua vertikal dan gua horizontal. Tapi, juga terdapat kombinasi horizontal dan vertikal dalam satu gua. Gua horizontal berupa lorong panjang dengan posisi mendatar, meskipun tidak tertutup kemungkinan setelah kedalaman tertentu lorong menjadi vertikal

atau naik turun. Sementara berdasarkan kandungan bahan organik, gua dibagi menjadi dua tipe. Tipe pertama gua oligotrofik yang punya kesediaan bahan organik sangat rendah. Tipe kedua gua eutrofik yang memiliki bahan organik sangat tinggi, namun dari tipe kedua terbagi lagi menjadi beberapa tipe sebagai berikut:

1. Gua distrofik, bahan organik berasal dari tumbuhan.
2. Gua mesotrofik, bahan organik berasal dari hewan atau tumbuhan.
3. Gua poeilotrofik, bahan organik berasal dari oligotrofik sampai mesotrofik.

Berdasarkan intensitas cahaya yang masuk dan kondisi suhu, secara garis besar dibagi menjadi tiga zona. Zona pertama adalah *twilight zone* yang berada dekat mulut gua dan masih berpengaruh oleh sinar matahari dan fluktuasi suhu masih tinggi. Zona kedua yaitu *middle zone* daerah gelap total akan tetapi fluktuasi suhu tidak terlalu tinggi dan tidak terlalu rendah. Zona ketiga yaitu *completely dark zone* yang merupakan daerah gelap total dengan kelembaban suhu yang konstan (Afkani dalam Mubarak, 2022).

Sementara di dunia ini terdapat berbagai jenis gua alam, yaitu:

a) Gua Garam (NaCl)

Materi pembentuknya gua garam terdiri dari garam. Gua ini terbentuk di dalam garam batu yang sangat mudah larut oleh air, dimana fitur lanskap yang khas muncul dari proses solusi. Gua Garam lebih dikenal dengan karst garam atau karst halit. Terdapat tiga wilayah utama untuk lokasi ditemukannya Gua Garam, yaitu di Iran, Israel, dan Spanyol. Dan Gua Garam terpanjang terdapat di Israel dengan Panjang terukur lebih dari 10 km. Selama Sejarah Bumi terdapat beberapa kali kondisi geografis yang menciptakan depresi besar dengan masuknya air laut secara sporadik sehingga menghasilkan endapan garam yang sangat besar, endapan garam ini menjadi batuan garam yang terdiri dari mineral utama garam meja yang sering digunakan di dapur, disebut halit. Gua Garam merupakan gua karst yang sangat langka, dimana gua ini dibentuk oleh pembubaran garam oleh air hujan, kemudian garam akan hanyut dengan cepat dan tersingkap ke permukaan ketika menemui iklim yang kering seperti keadan di gurun. Pembentukan Gua Garam dapat dikatakan pembentukan gua paling cepat.

b) Gua Es

Materi pembentuk gua es adalah es yang mencair sebagian. Terdapat dua jenis pembentukan Gua Es. Pertama, terbentuk oleh lelehan air lelehan yang mengukir labirin di dasar gletser atau oleh aliran dan angin yang melubangi terowongan di padang salju, biasanya gua ini bergerigi dengan dinding tembus pandang yang memancarkan cahaya biru. Sementara yang kedua, terbentuk ketika udara musim dingin yang sangat dingin, dimana air mengendap di gua-gua yang mengarah ke bawah sehingga air tersebut tidak dapat keluar dan membeku karena suhu yang sangat rendah.

c) Gua Lava

Materi pembentuk gua lava terdiri dari lava yang sudah mati, biasanya pada gunung yang sudah tidak aktif. Gua Lava terbentuk akibat dari sungai lava atau aliran lava yang keluar dari kepundang gunung api kemudian mengalami kontak dengan udara atau air sehingga menjadi dingin dan membentuk batuan, tetapi dibagian dalam batuan yang sudah mengeras tersebut masih terdapat lava cair yang terus mengalir. Bagian atas lava yang mengeras menjadi selubung dan membentuk kubah-kubah keras, sementara lava cair di ruang bawah membentuk ruang kosong yang kemudian menjadi gua.

d) Gua Batu Kapur

Materi pembentuk gua batu kapur terdiri dari batu kapur atau batu gamping (CaCO_3). Gua ini terbentuk dari kikisan batu kapur yang ada di atas maupun bawah permukaan aliran air, sehingga di dalam gua akan terbentuk stalaktit dan stalakmit. Gua ini terbentuk karena adanya pelarutan dan diperbesar oleh proses eorsi atau abrasi yang mengikuti jaringan retakan pada suatu batuan gamping atau kapur, sehingga faktor iklim, penutup tanah, dan juga keberadaan air menjadi kontrol utama dalam pembentukan. Namun batuan yang bisa membentuk gua harus padat dan murni karbonat dengan sedikit campuran partikel lain, serta berlapis baik dan dalam kedudukan mendatar atau tidak miring terjal.

e) Gua Gips

Materi pembentuk gua gips terdiri dari bahan *gypsum*. *Gypsum* terbentuk akibat dari mineral sedimen kimiawi atau endapan garam yang mengalami pengendapan akibat proses evaporasi air laut diikuti anhidrit dan halit, kemudian setelah terbentuk mengalami pengangkatan hingga terbentuklah suatu batuan *gypsum*. *Gypsum* merupakan batuan yang mudah larut oleh air, sehingga proses pembentukan hampir sama dengan kapur ataupun gamping. Dimana terjadi pelarutan yang diperbesar oleh erosi dan abrasi yang mampu membuat terowongan di bawah permukaan batuan *gypsum* yang padat.

d. Ornamen Gua

Menurut Keputusan Menteri Energi dan Sumberdaya Mineral no 1456 tahun 2000 tentang Pedoman Kawasan Karst, ornamen gua (speleotem) adalah bentukan alam hasil pengendapan ulang larutan jenuh kalsium karbonat yang menghias bagian dalam gua, berupa stalaktit, stalakmit, pilar, dan *flowstone*. Gua memiliki berbagai ornamen. Pembentukan ornamen dalam gua yang beragam dipengaruhi oleh penghabluran ulang CaCO_3 . Namun, ada juga ornamen dalam gua yang terbentuk karena air vadosa. Vadosa adalah erosi mekanis yang terjadi akibat air yang mengangkat butiran batuan mengikis dinding dasar gua. Ornamen yang terbentuk akibat air vadosa adalah *gourdam*, *draperi* dan *flowstone* (Suhardjono dalam Mubarak, 2022).

Menurut Fauji (2019) ornamen gua memiliki beberapa bagian, antara lain:

1. Stalaktit, deposit endokarst hasil endapan kalsit dari tetesan perlokasi yang muncul dari plafon gua.
2. Stalakmit, hasil stalaktit yang mengeluarkan tetesan air berlebih dalam kurun waktu ribuan tahun hingga terakumulasi ke lantai membentuk dekorasi.
3. *Column* atau pilar gua, bersatunya stalaktit dan stalakmit.
4. *Flowstone* atau batu alir, pembentukannya berasal dari milyaran tetesan air yang mengalir dan menyelubungi bongkahan batu atau tanah.

5. *Shawl* atau tirai gua, selendang atau *gordyn* yang terbentuk dari tetesan air yang mengalir melalui dinding gua.
6. *Helectit*, hasil endapan kalsit dan tetesan perkolasi berbentuk bunga karang yang terbalik.
7. *Cave pearl* atau mutiara gua, kerikil yang terselimuti mineral kalsit pada lantai gua.
8. *Straw*, stalaktit berdiameter kecil dengan panjang 1-15 cm.
9. *Curtain*, endapan berbentuk lembaran yang melipat dan menggantung di langit-langit atau dinding-dinding gua.
10. *Gourdam*, bendungan mirip petak-petak sawah yang terbentuk ketika pengendapan air dan zat asam arangnya menghilang dan menyisakan kalsit bersusun.



Gambar 2. 3
Ornamen Gua

(Sumber: Govafhuns, 2017)

e. Sistem Lorong Gua

Menurut Mubarak (2020) gua memiliki 3 sistem lorong berdasarkan karakteristik dan proses pembentukannya, yaitu sistem lorong vadose, sistem lorong pareatik dan sistem lorong fosil.

1 Lorong Vadose

Lorong Vadose adalah lorong gua yang dapat ditemukan aliran air dengan pembentukan ornamen gua yang masih berjalan, lorong ini memiliki kelembaban yang lebih tinggi dibandingkan lorong fosil.

2 Lorong Pareatik

Lorong pareatik adalah lorong gua yang seluruh lorongnya dipenuhi oleh air dan untuk melewatinya memerlukan teknik khusus, yaitu teknik penyelaman (*Diving*). Kondisi lorong ini memungkinkan adanya

pertumbuhan ornamen gua dan memiliki dinding gua yang relatif halus dibandingkan lorong gua lainnya.

3 Lorong Fosil

Lorong Fosil adalah lorong yang sudah tidak punya aliran air karena turunnya permukaan air. Pada lorong ini kondisi hidrologi relatif sangat minim jika dibandingkan dengan lorong-lorong lainnya, terutama pada pertumbuhan ornamen gua yang sudah mencapai nol. Kelembaban yang cukup rendah dan suhu yang relatif tinggi merupakan ciri utama lorong ini. Lorong fosil banyak terdapat pada atap gua.

f. Wisata Edukasi Gua

Pendidikan dan pariwisata merupakan dua hal yang berbeda, namun keduanya bisa digabungkan dan saling melengkapi untuk pelaksanaan proses pendidikan yang aktif dan kreatif dengan pembelajaran dalam aktivasi wisata. Wisata edukasi merupakan aktivitas pariwisata yang dilakukan wisatawan untuk mendapatkan pendidikan dan pembelajaran dimana dalam dunia pendidikan pariwisata berkaitan erat dengan mata pelajaran akademis, seperti geografi, sejarah, pemasaran, hukum dan sebagainya.

Menurut Roger (1998) dalam Rahma (2019) menyatakan bahwa pariwisata pendidikan dimaksudkan sebagai suatu program dimana peserta kegiatan wisata melakukan perjalanan wisata pada suatu tempat tertentu dalam suatu kelompok dengan tujuan utama mendapatkan pengalaman belajar secara langsung terkait lokasi yang dikunjungi.

Gua merupakan salah satu lokasi yang dapat dijadikan sebagai wisata edukasi karena mampu memberikan informasi mengenai karakteristik fisik gua dan keberadaan fauna serta flora didalamnya yang termasuk kedalam mata pelajaran geografi.

2.1.2 Habitat Kelelawar

Kelelawar memiliki peran penting dalam ekologi hutan, sehingga keberadaannya di alam harus dilindungi terutama habitatnya. Habitat merupakan tempat hidup dan berkembangnya kelelawar, dan gua menjadi salah satu habitat yang dipilih kelelawar untuk beristirahat pada siang hari. Pada umumnya habitat kelelawar berada dari pantai sampai pegunungan, baik itu gua, batu-batu karang,

pohon-pohon, atau di alam terbuka. Habitat kelelawar bukan hanya mengenai dimana tempat kelelawar itu berada, tetapi harus diperhatikan juga mengenai struktur fisik habitat, iklim mikro, ketersediaan pangan dan sumber daya air, hingga faktor pendukung lainnya seperti keberadaan satwa lain dan kondisi sekitar habitatnya.

Struktur fisik habitat merupakan keadaan dari habitat tersebut, seperti suhu udara, kelembaban udara, intensitas cahaya, hingga kecepatan angin yang sangat mempengaruhi keberlangsungan hidup kelelawar. Termasuk juga ukuran serta bagian-bagian dari habitat, terutama gua yang menjadi tempat utama kelelawar untuk beristirahat di siang hari guna menghindari cahaya matahari, mulai dari panjang lorong, dinding gua, jenis batuan dari gua tersebut, dan rembesan air dari dinding gua yang berpengaruh pada kelembaban udara. Kelelawar lebih menyukai kondisi kelembaban yang tinggi dengan suhu udara yang rendah, hal ini disebabkan karena sayap kelelawar yang merupakan lapisan kulit tipis kelelawar sangat peka terhadap kekeringan, namun hal ini tidak berlaku untuk semua jenis kelelawar karena ada jenis kelelawar yang memiliki sayap dengan lapisan cukup tebal sehingga bisa bersarang di gua yang cenderung kering.

Selain itu, kelelawar juga sangat menghindari angin yang kencang karena akan mengganggu pada saat bertengger serta berpengaruh pada pakannya yang berupa serangga-serangga, dimana serangga-serangga tersebut tidak bisa terbang pada kondisi berangin. Sehingga kelelawar biasanya akan memilih habitat di gua yang memiliki tutupan pohon rindang didepan mulut gua untuk mencegah angin masuk ke dalam gua. Kehidupan kelelawar di dalam gua biasanya sebagai tempat tinggal dari anaknya, kelelawar akan meninggalkan anaknya di dalam gua saat mencari makan diluar malam hari. Bagian dari gua untuk menjadi habitat kelelawar adalah tempat bergantung yang memang sangat penting bagi kelelawar karena setengah hidup kelelawar mengalami tekanan dalam memilih sarang, hal ini terjadi karena kelelawar menghabiskan waktu seharian atau kurang lebih selama 12 jam untuk tinggal dalam sarang.

Kelelawar lebih banyak berada di dalam gua karena gua memiliki iklim mikro yang stabil, kondisi cahaya yang stabil dan dapat membuat koloni yang besar (Clements dalam Wolor, 2018). Menurut Kunz dalam Wolor (2018) mengatakan

bahwa kondisi iklim mikro untuk tempat bergantung kelelawar di dalam gua yaitu memiliki suhu di antara 20-30°C dan kelembaban relative yaitu 60-90%. Pemilihan tempat bergantung oleh kelelawar bergantung pada banyak faktor, termasuk suhu, kelembaban, aliran udara, intensitas cahaya, keamanan dari predator, kedekatan dengan area mencari makan dan tinggi lepas landas (Gaur dalam Wolor, 2018)

Menurut Suyanto dalam Arjunari (2018) mengatakan bahwa untuk data karakteristik habitat parameter yang diamati antarlain: suhu dan kelembaban, kondisi dalam gua, lebar, tinggi, dan kedalaman gua, intensitas cahaya matahari, tumbuhan serta satwa lain didalam gua. Menurut Efendi dkk (2019) tinggi tempat bertenggernya kelelawar berkisar 0,73-7,94 meter dengan jarak sarang dari mulut gua antara 15-214,20 meter. Pengukuran karakteristik habitat seperti pengukuran suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya dilakukan tiga kali dalam sehari selama 5 hari (Fatem dkk dalam Arjunari, 2018).

2.1.3 Guano Kelelawar

Kotoran kelelawar atau guano merupakan material yang kaya kandungan nitrogen dan posfor yang bermanfaat sebagai pupuk (Rahmadi dkk, 2018). Kelelawar sendiri memiliki morofologi yang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1
Klasifikasi Kelelawar Menurut Kuns (1991)

No	Kingdom	Animalia
1	Phylum	Chordata
2	Class	Mamalia
3	Infraclass	Eutheria
4	Superordo	Laurasiatheria
5	Ordo	Chiroptera
6	Subordo	Megachiroptera
		Microchiroptera

(Sumber: Wolor, 2018)

Guano yaitu sisa metabolisme dari kelelawar yang kaya akan nutrisi mikro dan makro, dimana kelelawar yang mengkonsumsi serangga menghasilkan unsur hara posfor yang lebih baik. Menurut Syofiani dan Oktabrina dalam Jamaluddin (2022) mengatakan bahwa kandungan N, P dan K dalam guano kelelawar telah cocok dijadikan sebagai pupuk dengan dosis dan prosedur pemupukan yang tepat sehingga sangat baik untuk pertumbuhan tanaman. Guano yang dihasilkan oleh

kelelawar penghuni gua merupakan sumber energi utama bagi fauna yang hidup di dalamnya. Guano dijadikan makanan oleh beberapa fauna intervertebrata yang hidup di lantai gua, sehingga keberadaan kelelawar di dalam gua sangat penting untuk ekosistem sebagai penjaga keberlangsungan jarring-jaring makanan yang terbentuk di dalamnya.

Guano dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai alternatif pengganti pupuk anorganik, dimana guano memiliki tingkat nitorgen terbesar setelah merpati. Adapun manfaat guano sebagai pupuk yaitu dapat memperbaiki kesuburan tanah, menambah jumlah dan aktivitas mikroba dalam tanah dan untuk pertumbuhan tunas dan akar. Sehingga penggunaan pupuk guano pada tanaman akan berpotensi untuk meningkatkan produksi tanaman dan mempercepat proses penguraian di dalam tanah sehingga mampu mencukup unsur hara yang dibutuhkan tanaman.

a. Jenis-jenis Guano

Guano memiliki dua jenis, yaitu guano nitrogen dan guano fosfat. Guano nitrogen merupakan sisa metabolisme kelelawar yang sudah menimbun kemudian dihancurkan oleh iklim. Sementara guano fosfat adalah penghancuran kembali guano nitrogen oleh iklim sehingga hasil akhirnya akan menghasilkan batuan fosfat dari guano.

Kotabe dalam Jamaluddin (2020) mengklasifikasikan guano menjadi dua kelompok berdasarkan komposisi kimia dan tingkat hancuran iklimnya, yaitu guano nitrogen (*nitrogenous guano*) yang juga disebut guano segar (*fresh guano*) dan guano fosfat (*phosphatic guano*) yang dibedakan atas guano residu (*residual guano*) atau disebut juga guano tercuci (*leached guano*) dan guano kerak (*crust guano*) atau disebut juga guano atoll/purba (*atoll guano/ancient guano*).

b. Deposit Guano

Di alam fosfat banyak terkontaminasi oleh proses-proses pembekuan, pengendapan, pelapukan, hingga biologi. Deposit guano sendiri dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu:

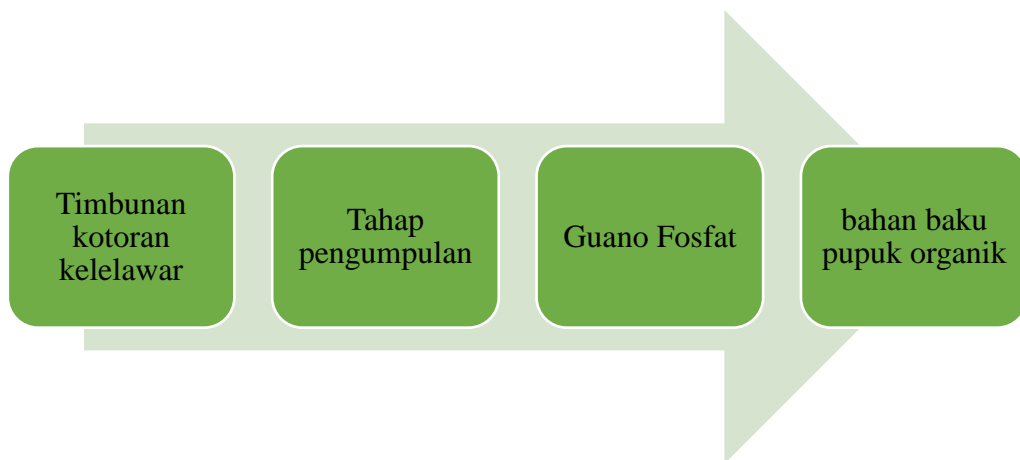
1. Deposit gua, terbentuk oleh timbunan kotoran kelelawar. Syarat terbentuknya deposit gua adalah adanya batuan dasar baik itu gamping atau dolomit yang sesuai untuk pembentukan gua, selain itu kondisi iklim harus hangat dan basah untuk mendukung pertumbuhan kelelawar. Biasanya

deposit gua ditambang dengan skala yang kecil oleh penduduk desa untuk menjadi kebutuhan pupuk bagi pertanian di daerah setempat.

2. Deposit pulau, terbentuk oleh timbunan kotoran burung laut baik secara langsung ataupun tidak langsung di daerah yang hangat dan kering. Deposit pulau umumnya terbentuk di daerah lautan yang ada *upwelling*, biasanya deposit pulau ditambang secara besar-besaran karena relatif lebih mudah dan memiliki kualitas yang lebih tinggi dibandingkan deposit gua.

c. Transformasi Guano

Guano kelelawar dapat ditransformasikan menjadi pupuk organik guano kelelawar yang kaya akan fosfat. Menurut Jamaluddin (2020) proses tranformasi guano kelelawar dimulai dari banyaknya timbunan kotoran kelelawar (guano) di dalam gua. Gua yang telah didiami kelelawar akan melubangi bukit kapur untuk menyimpan fosfat dari guano selama ratusan tahun, sehingga fosfat dan guano memiliki kualitas tinggi. Setelah menjadi guano fosfat maka guano tersebut bisa diajdikan sebagai bahan baku untuk pupuk organik. Transformasi guano kelelawar dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4
Transformasi Guano Kelelawar Menjadi Pupuk Organik

(Sumber: Jamaluddin, 2020)

d. Manfaat Guano

Guano kelelawar merupakan pupuk organik yang bisa menjadi alternatif untuk menggantikan pupuk anorganik, Prasetyo dalam Bustami dan Rosa (2017) mengatakan bahwa guano memiliki tingkat nitrogen terbesar setelah kotoran merpati. Namun menduduki urutan pertama dalam kadar unsur fosfat, dan menduduki urutan ketiga terbesar bersama kotoran sapi perah dalam kadar kalium. Guano memiliki unsur N dan P yang tinggi serta memiliki unsur K yang cukup sehingga bisa meningkatkan produktivitas tanah yang kekurangan unsur hara untuk meningkatkan produksi dari tanaman. Pupuk guano dapat memperbaiki kesuburan tanah, pupuk guano mengandung 7-17% N, 8-15% P, dan 1,5-2,5% K. N sangat dibutuhkan tanaman untuk mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman. Selanjutnya P merangsang pertumbuhan akar dan pembungaan, K terutama berperan untuk memperkuat jaringan tanaman terutama batang tanaman (Suwarno dan Idris, 2007).

Menurut Jamaluddin (2020) guano kelelawar yang dijadikan sebagai pupuk memiliki banyak manfaat di antaranya memperbaiki dan memperkaya struktur tanah, mengandung bakteri dan mikrobiotik flora yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman dan sebagai fungsida alami. Guano kelelawar dikatakan baik sebagai aktivator dalam tanah karena mempunyai daya kapasitas tukar kation (KTK) yang baik sehingga tanaman akan mudah menyerap unsur hara dalam tanah serta mampu menguatkan batang dan mengoptimalkan pertumbuhan daun baru dan proses fotosintesis pada tanaman kaya akan unsur makro posfor (P) dan nitrogen (N).

Guano kelelawar memiliki peranan kunci sebagai pupuk organik, dimana guano kelelawar sebagai bahan organik tanah dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yaitu:

1. Fungsi Biologi

Guano berperan sebagai penyedia makanan dan tempat hidup untuk organisme tanah termasuk mikroba, penyedia energi untuk proses-proses biologi tanah dan memberikan kontribusi pada daya pulih (resiliensi).

2. Fungsi Kimia

Guano berperan sebagai ukuran kapasitas retensi hara tanah, membantu daya pulih tanah akibat perubahan pH tanah dan menyimpan cadangan hara penting khususnya N dan K.

3. Fungsi Fisika

Guano berperan sebagai pengikat partikel-partikel tanah menjadi remah untuk meningkatkan stabilitas struktur tanah, meningkatkan kemampuan tanah dalam menyimpan air dan perubahan moderat terhadap suhu tanah.

Ketiga fungsi guano saling berkaitan satu dengan yang lain, dimana guano sebagai bahan organik dapat menyediakan nutrisi untuk aktivitas mikroba serta meningkatkan dekomposisi bahan organik, meningkatkan stabilitas agregat tanah dan meningkatkan daya pulih tanah.

e. Pemanfaatan Guano

Pupuk organik guano bisa dimanfaatkan untuk dunia pertanian, penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus akan merusak keseimbangan unsur hara tanah yang berpengaruh terhadap produktivitas tanaman kedepannya, sehingga guano menjadi pengganti paling baik untuk kembali meningkatkan kualitas tanah. Guano kelelawar bisa digunakan sebagai pupuk oleh masyarakat untuk menciptakan sistem pertanian yang ramah lingkungan sehingga bisa mengurangi ketrgantungan petani terhadap pupuk kimia.

Tanah pertanian membutuhkan berbagai senyawa untuk mempertahankan kesuburan dan menjaga ketahanannya seperti komponen hidrogen, oksigen, fosfor, kalium, potasium, sulfur dan lainnya. Guano kelelawar yang memiliki banyak kandungan N, P dan K sangat cocok dijadikan pupuk untuk membantu melengkapi kebutuhan komponen tanah sehingga kesuburan tanah terjaga dan bisa memberikan dampak positif terhadap pertumbuhan tanaman.

2.2 Hasil Penelitian yang Relevan

Penelitian relevan menunjukkan bahwa penelitian yang sedang dilakukan bukan merupakan suatu hal yang baru diteliti. Berikut merupakan beberapa penelitian relevan yang masih terkait dengan penelitian yang sedang peneliti teliti.

Tabel 2. 2
Penelitian yang Relevan

Identifikasi gua sebagai habitat kelelawar				
No	Peneliti, Tahun	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian
a	Robi Sahrul Fauji, 2019	Potensi Gua Walet sebagai Objek Wisata Minat Khusus Di Desa Mekarjaya Kecamatan Sukaraja Kabupaten Tasikmalaya	Mengetahui potensi yang dimiliki Gua Walet sebagai wisata minat khusus serta minat masyarakat dan pengunjung pada wisata tersebut	Deskriptif Kuantitatif
b	Fransiska Sabu Wolor, 2018	Studi Karakteristik Gua dan Populasi Kelelawar Di Gua Mara Kallang, Kecamatan Balocci, Kabupaten Pangkep	Mengetahui karakteristik gua sarang kelelawar, jumlah jenis kelelawar dan jumlah populasi kelelawar di dalam gua	Deskriptif Kuantitatif
c	Febri Arjunari, Islamul Hadi, Maiser Syaputra, 2018	Identifikasi Jenis dan Karakteristik Habitat Kelelawar Di Gua Tanjung Pasir Taman Buru Pulau Moyo	Mengetahui jenis dan karakteristik habitat kelelawar	<i>Trapping</i> dengan analisis Deskriptif Kuantitatif
Potensi guano kelelawar				
d	Suwarno dan Komaruddin Idris, 2007	Potensi dan Kemungkinan Penggunaan Guano Secara Langsung sebagai Pupuk Di Indonesia	Mengetahui hasil dan mengembangkan penggunaan fosfat guano secara langsung sebagai pupuk	Studi Literatur
e	Satria Agusta Putra, 2020	Pengaruh Pemberian Pupuk Guano Terhadap Pertumbuhan dan	Mendapatkan dosis pupuk guano terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman mentimun	Rancangan Acak Kelompok

		Hasil Tanaman Mentimun		
f	Riza Syofiani, Giska Oktabrina, 2017	Aplikasi Pupuk Guano dalam Meningkatkan Unsur Hara N, P, K, dan Pertumbuhan Tanaman Kedelai pada Media Tanam Tailing Tambang Emas	Mengetahui pengaruh dosis pupuk guano yang berbeda dalam meningkatkan unsur hara N, P, K, pada media tanam tailing dan terhadap pertumbuhan kedelai pada media tanam tailing tambang emas	Rancangan Acak Lengkap
g	Bustami, Elvrida Rosa, 2017	Kajian Efektivitas Pemberian Pupuk Guano dan Biochar Terhadap Produksi dan Serapan Hara NPK Tanaman Padi	Mengetahui pengaruh dosis pupuk guano dan biochar serta inetraksi antara pupuk guano dan biochar terhadap produksi dan serapan N, P, dan K, tanaman padi	Rancangan Acak Lengkap

Berdasarkan dari penelitian terdahulu atau penelitian yang relevan dan telah dilakukan, penulis melihat dari adanya kesamaan antara penelitian sebelumnya dengan penelitian yang sedang dilakukan. Kesamaan ini dapat diketahui dari tema yang diangkat dalam penelitian sebelumnya, yaitu mengenai karakteristik gua sebagai habitat kelelawar dan potensi guano khususnya dalam bidang pertanian. Sehingga penelitian yang sedang dilakukan ini melihat sudut yang berbeda yaitu Identifikasi Gua Cimaung sebagai Potensi Guano Kelelawar untuk Pemanfaatan oleh Masyarakat Di Desa Linggaraja Kecamatan Sukaraja Kabupaten Tasikmalaya.

2.3 Kerangka Konseptual

Kerangka konseptual adalah kerangka hubungan antara konsep yang ingin diamati dan diukur melalui penelitian yang akan dilaksanakan sehingga bisa menjadi pedoman peneliti untuk menjelaskan secara sistematis teori yang digunakan dalam penelitian.

- a. Karakteristik Gua Cimaung sebagai habitat kelelawar di Desa Linggaraja Kecamatan Sukaraja Kabupaten Tasikmalaya

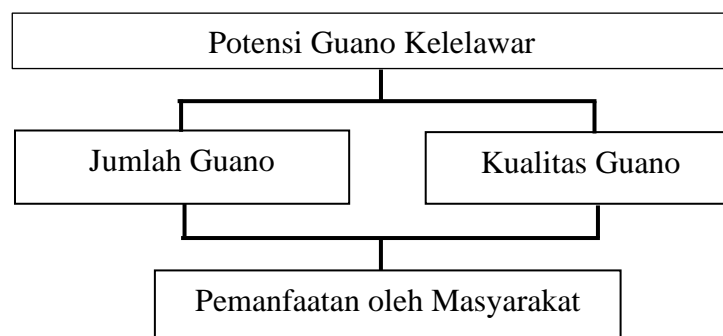
Karakteristik Gua Cimaung merupakan bentuk penggambaran dan ciri khas gua sebagai habitat kelelawar. Karakteristik ini bisa dilihat dari tiga aspek, yaitu iklim mikro, dimensi gua, dan ketersediaan sarang di dalam gua tersebut.



Gambar 2. 5
Kerangka Konseptual 1

- b. Potensi guano kelelawar Gua Cimaung di Desa Linggaraja Kecamatan Sukaraja Kabupaten Tasikmalaya

Potensi guano kelelawar berkaitan dengan jumlah guano dan kualitas berdasarkan pemahaman dan pengetahuan masyarakat pada guano sehingga bisa mengetahui manfaat dari guano tersebut untuk bisa dimanfaatkan oleh masyarakat.



Gambar 2. 6
Kerangka Konseptual 2

2.4 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan Rumusan Masalah dan Kajian Teoritis, maka hipotesis dari penelitian ini sebagai berikut:

- a. Karakteristik Gua Cimaung sebagai habitat kelelawar di Desa Linggaraja Kecamatan Sukaraja Kabupaten Tasikmalaya.
 1. Secara iklim mikro Gua Cimaung memiliki suhu yang rendah dengan tingkat kelembaban yang cukup tinggi, hal ini disebabkan banyaknya vegetasi serta minimnya intensitas cahaya matahari dalam gua.
 2. Gua Cimaung sebagai habitat kelelawar memiliki dimensi gua yang sangat cocok untuk dijadikan sebagai tempat bergantungnya kelelawar karena memiliki panjang sekitar 1000 meter dengan lebar dan tinggi yang bervariasi di setiap lorong.
 3. Gua Cimaung memiliki ketersediaan sarang yang cukup banyak dan baik, hal ini terjadi karena Gua Cimaung yang cukup panjang dan tidak memiliki intensitas cahaya matahari.
- b. Potensi guano kelelawar Gua Cimaung di Desa Linggaraja Kecamatan Sukaraja Kabupaten Tasikmalaya
 1. Berdasarkan jumlahnya guano kelelawar akan dihitung menggunakan rumus volume di setiap stasiun gua yang terdapat guano.
 2. Kualitas guano kelelawar di Gua Cimaung akan diteliti berdasarkan prespektif masyarakat serta pemilik gua melalui wawancara dan kuesioner.