

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi keberlangsungan kehidupan makhluk hidup. Keberadaan air di muka bumi sebagian besar berasal dari presipitasi dalam bentuk hujan yang selanjutnya mengalami berbagai proses dalam siklus hidrologi. Seiring dengan pertumbuhan penduduk dan perkembangan aktivitas manusia, kebutuhan terhadap sumber daya air terus meningkat, sementara ketersediaannya cenderung mengalami tekanan akibat perubahan lingkungan. Indonesia sebagai negara beriklim tropis memiliki dua musim utama, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Pada musim hujan sering terjadi banjir, sedangkan pada musim kemarau kerap terjadi kekeringan. Kondisi ini menunjukkan adanya ketidakseimbangan dalam pengelolaan sumber daya air, salah satunya dipengaruhi oleh perubahan tata guna lahan (Barid & Lestari, 2014).

Perubahan tata guna lahan yang terjadi secara masif dan berkelanjutan dapat menimbulkan dampak signifikan terhadap sistem hidrologi suatu wilayah. Alih fungsi lahan dari kondisi alami menjadi lahan pertanian intensif atau perkebunan monokultur berpotensi menurunkan kemampuan tanah dalam meresapkan air. Penurunan laju infiltrasi menyebabkan meningkatnya limpasan permukaan (*run-off*), yang pada akhirnya dapat memicu banjir, erosi, serta berkurangnya pengisian air tanah. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan memiliki hubungan erat dengan dinamika infiltrasi dan keseimbangan hidrologi (Carouli & Simbolon., 2019 didalam Qur'ani et al., 2022).

Ketersediaan air di dalam tanah sangat dipengaruhi oleh proses infiltrasi. Air hujan yang jatuh ke permukaan tanah akan terbagi menjadi dua komponen, yaitu air yang mengalir di permukaan tanah sebagai limpasan dan air yang bergerak secara vertikal ke dalam tanah yang disebut infiltrasi. Proses infiltrasi merupakan salah satu komponen penting dalam siklus hidrologi karena menentukan besarnya air hujan yang dapat meresap dan tersimpan di dalam tanah (Aidatul, 2017). Laju infiltrasi yang tinggi tidak hanya berperan dalam meningkatkan cadangan air tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman, tetapi juga berfungsi dalam mengurangi limpasan permukaan, banjir, dan erosi yang disebabkan oleh *run-off* (Prakasa et al., 2021). Sebaliknya, apabila intensitas hujan melebihi kapasitas infiltrasi tanah, maka akan terjadi genangan dan peningkatan *run-off* yang berpotensi menimbulkan bencana hidrologi (Yunagardasari et al., 2017).

Perhitungan laju infiltrasi dapat dilakukan dengan beberapa metode, seperti metode Kostiaikov, Philip, dan Horton. Metode Horton merupakan metode empiris yang menggambarkan penurunan laju infiltrasi dari kondisi awal hingga mencapai kondisi infiltrasi konstan (Aidatul, 2017). Berdasarkan penelitian terdahulu Keunggulan Metode Horton terletak pada kemampuannya merepresentasikan dinamika infiltrasi secara lebih stabil pada berbagai jenis penggunaan lahan,

khususnya lahan yang telah mengalami perubahan struktur tanah akibat aktivitas manusia. Selain itu, parameter dalam Metode Horton relatif sederhana namun responsif terhadap perubahan karakteristik tanah dan tutupan lahan, sehingga metode ini dinilai lebih sesuai untuk analisis perbandingan laju infiltrasi pada skala penggunaan lahan yang beragam. (Priyanto et al., 2022).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa perbedaan laju infiltrasi pada berbagai jenis penggunaan lahan dipengaruhi secara signifikan oleh faktor vegetasi. Penggunaan lahan yang bersifat alami, seperti semak belukar, umumnya memiliki kapasitas infiltrasi yang lebih tinggi dibandingkan penggunaan lahan yang telah mengalami modifikasi intensif, seperti perkebunan kelapa sawit. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan fungsi lahan berpengaruh langsung terhadap kemampuan tanah dalam meresapkan air (Rahmawati, 2023).

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2021), luas perkebunan kelapa sawit di Provinsi Sulawesi Barat terus mengalami peningkatan yang signifikan, dengan total luas mencapai 73.578 hektar. Kabupaten Mamuju Tengah merupakan salah satu wilayah di Provinsi Sulawesi Barat yang mengalami perubahan penggunaan lahan yang cukup pesat, terutama akibat ekspansi perkebunan kelapa sawit. Perubahan ini berpotensi mengubah sifat fisik tanah dan karakteristik hidrologi wilayah, termasuk laju infiltrasi. Hingga saat ini, informasi mengenai perbedaan laju infiltrasi berdasarkan jenis penggunaan lahan, perbedaan kelas umur tanaman pada hutan tanaman dan kebun kelapa sawit, serta perbedaan jenis komoditas pada sistem *agroforestry* di wilayah tersebut masih sangat terbatas.

Nilai kebaruan (novelty) penelitian ini terletak pada pendekatan komprehensif dalam menganalisis laju infiltrasi dengan menggunakan Metode Horton pada berbagai jenis penggunaan lahan, yang dikombinasikan dengan variasi kelas umur tanaman dan perbedaan jenis komoditas *agroforestry*, serta dikaitkan langsung dengan sifat fisik tanah. Pendekatan ini tidak hanya membandingkan nilai laju infiltrasi antar penggunaan lahan, tetapi juga mengungkap hubungan antara tutupan lahan, karakteristik tanah, dan dinamika infiltrasi secara lebih mendalam pada wilayah yang mengalami perubahan fungsi lahan secara intensif.

Penelitian mengenai perbandingan laju infiltrasi pada berbagai jenis penggunaan lahan menggunakan Metode Horton di Kabupaten Mamuju Tengah menjadi penting untuk dilakukan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan kajian infiltrasi, serta menjadi dasar pertimbangan dalam perencanaan tata guna lahan dan pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa nilai laju infiltrasi yang terjadi berdasarkan jenis penggunaan lahan yang berbeda
2. Berapa nilai laju infiltrasi yang terjadi pada hutan tanaman dan kebun kelapa sawit dengan kelas umur yang berbeda, dan pada pola *agroforestry* dengan komoditi yang berbeda?

3. Bagaimana hubungan antara jenis tutupan lahan, sifat tanah dan laju infiltrasi

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan Untuk:

1. Untuk menganalisis perbedaan laju infiltrasi berdasarkan jenis penggunaan lahan.
2. Untuk menganalisis perbedaan besarnya laju infiltrasi yang terjadi pada hutan tanaman dan kebun kelapa sawit dengan kelas umur yang berbeda, dan pada pola *agroforestry* dengan jenis komoditi yang berbeda.
3. Mendeskripsikan hubungan antara sifat tanah, jenis tutupan lahan dan laju infiltrasi.

1.4 Kegunaan Penelitian

Hasil penelitian ini salah satunya berguna sebagai data untuk Perencanaan tata guna lahan. Selain itu juga diharapkan dengan penelitian ini dapat menambah informasi bagi masyarakat maupun pemerintah mengenai laju infiltrasi pada Berbagai Jenis Penggunaan Lahan (hutan alam, hutan tanaman, *agroforestry* dan kebun kelapa sawit) akan berguna di masa yang akan datang serta sebagai referensi untuk pengembangan penelitian lanjutan untuk peneliti.

1.5 Kerangka Pikir

Setiap perubahan tata guna lahan akan mempengaruhi siklus hidrologi. Salah satunya di wilayah Kecamatan Topoyo dan Karossa memiliki perkembangan yang pesat di bidang perkebunan kelapa sawit yang akan meningkat setiap tahunnya dan menyebabkan konsekuensi perubahan tata guna lahan. Dampak perubahan tata guna lahan mengakibatkan suatu lahan menjadi kritis. Akibat dari kritisnya suatu lahan menyebabkan daya resap air menjadi menurun, sehingga jumlah air yang terdapat di dalam tanah ikut berkurang (Widjanarko., 2006 didalam Lucyana & Azwar, 2022).

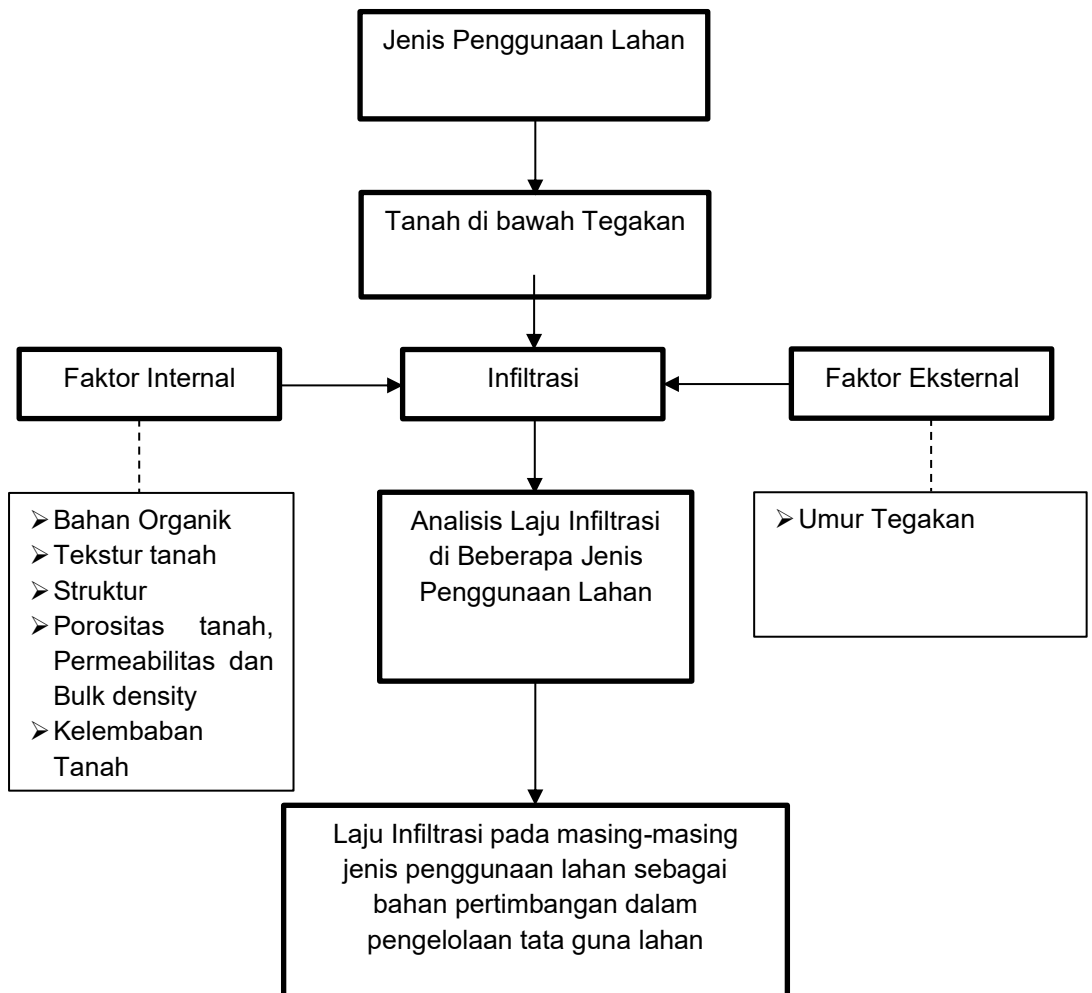
Sistem tata guna lahan dengan vegetasi penutup bertipe pohon yang disertai dengan adanya tumbuhan penutup tanah adalah sistem lahan yang mempunyai kemampuan meretensi air hujan lebih baik daripada sistem lahan semai/semak atau tiang (Suharto., 2006 didalam Maqdisa & Marpaung, 2018).

Keberadaan vegetasi hutan dalam suatu wilayah lebih dapat memperbaiki sifat-sifat hidrologis tanah dibandingkan penutupan jenis vegetasi yang lain. Hutan dapat menghasilkan debit banjir pada tingkat yang rendah dan meningkatkan stabilitas tanah, mengurangi limpasan permukaan, dan meningkatkan penyerapan air. yang disebabkan karena tingginya kapasitas infiltrasi, adanya perlindungan dari tutupan tajuk pohon, tingginya konsumsi terhadap air tanah, dan tingginya kekuatan regang dari perakaran pohon (Judijanto & Suparwata, 2025).

Pengukuran laju infiltrasi dilakukan dengan cara pengukuran langsung di lapangan pada masing-masing jenis penggunaan lahan dengan cara penggenangan

air dalam silinder dengan menggunakan alat double ring infiltrometer. Selain pengukuran laju infiltrasi, dilakukan juga pengukuran kadar air awal tanah, bulk density, porositas tanah, tekstur tanah, struktur tanah dan kandungan bahan organik sebagai data pendukung.

Berdasarkan pengukuran yang dilakukan diperoleh data laju infiltrasi yang didukung dengan data tekstur tanah, struktur tanah, kelembaban tanah, kandungan bahan organik, bulk density dan porositas tanah serta karakteristik pada masing-masing jenis penggunaan lahan. Data tersebut kemudian dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pengelolaan lahan. Gambaran kerangka konseptual secara rinci dapat dilihat pada bagan kerangka pikir Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian

1.6 Faktor yang Mempengaruhi Infiltrasi

Secara umum infiltrasi mempunyai arti yaitu jumlah air yang masuk kedalam tanah dalam suatu periode waktu. Jika infiltrasi besar maka limpasan air akan kecil, dengan demikian kemungkinan terjadinya banjir juga akan kecil. Faktor yang mempengaruhi infiltrasi adalah kondisi tanah, vegetasi, pengelolaan tanah, kadar air dan curah hujan. Tanah yang menjadi basah membuat gaya kapiler berkurang sehingga menyebabkan laju infiltrasi menurun. Pada akhirnya infiltrasi mencapai nilai konstan, yang dipengaruhi oleh gravitasi dan laju perkolasi. Faktor yang mempengaruhi infiltrasi dalam pergerakan air menuju ke tanah (Nawawi & Sanjoto, 2014; Parihar et al., 2023; Zhang et al., 2020):

a. Vegetasi

Menurut Rahim., 2003 didalam (Irnasari et al., 2020), peran penting dari vegetasi adalah melindungi tanah dari pukulan hujan secara langsung dengan jalan mematahkan energi kinetiknya melalui tajuk, ranting dan batangnya. Dengan serasah yang dijatuhkan akan terbentuk humus yang berguna untuk menaikkan kapasitas infiltrasi. Hal itu diperkuat dengan penelitian yang dilakukan oleh Tumangkeng et al., (2021), mengatakan bahwa vegetasi yang sedikit ketika terjadinya hujan, maka akan mempunyai kekuatan pukulan air hujan lebih besar daripada daya tahan tanah sehingga mengakibatkan agregat-agregat tanah menjadi rusak.

b. Pemampatan tanah oleh curah hujan

Air hujan yang jatuh langsung ke permukaan tanah tanpa terlebih dahulu jatuh ke daun tanaman sebelum mencapai tanah sehingga daya jatuh (energi potensial) sangat kuat mengalami pemadatan oleh butiran air hujan. Pemadatan tersebut mengurangi pori-pori pada tanah, dapat mengurangi kapasitas infiltrasi.

c. Penyumbatan oleh butiran yang halus

Tanah yang terlalu kering, membuat permukaan tanah sering terdapat butiran halus. Ketika hujan turun dan terjadinya infiltrasi, maka butiran halus tersebut terbawa masuk ke dalam tanah dan mengisi pori-pori tanah mengakibatkan terjadinya pengurangan kapasitas infiltrasi.

d. Penempatan oleh hewan dan manusia

Adanya aktivitas makhluk hidup sehingga terjadinya jalur lalu lintas baik itu hewan manusia atau kendaraan, mengakibatkan permeabilitas tanah berkurang karena struktur butir-butir tanah dan ruang-ruang yang berbentuk pipa yang halus telah dirusaknya dan mengakibatkan tanah tersebut menjadi padat, membuat laju infiltrasi/perkolasi pada daerah tersebut tergolong rendah.

Menurut Arsyad (2010), Ada beberapa sifat fisik tanah yang dapat mempengaruhi besarnya infiltrasi. Adapun sifat fisik tanah yang mempengaruhi adalah tekstur, struktur, bulk density, porositas tanah dan permeabilitas.

Tekstur Tanah

Menurut Hardjowigeno didalam Yuwoni., (2016), Kelas tekstur tanah terdiri dari komposisi partikel penyusun tanah yaitu : pasir berukuran (0,005 – 2) mm, debu berukuran (0,002-0,005) mm dan liat berukuran (<0,002) mm. Tekstur tanah merupakan salah satu sifat tanah yang sangat menentukan kemampuan tanah untuk menunjang pertumbuhan tanaman. Tekstur tanah yang berbeda akan mempengaruhi kemampuan tanah menyimpan dan menghantarkan air. Berdasarkan persentase perbandingan fraksi-fraksi tanah, maka tekstur tanah dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu halus, sedang, dan kasar. Makin halus tekstur tanah mengakibatkan kualitas tanah semakin menurun karena berkurangnya kemampuan tanah dalam menyerap air.

Tekstur tanah yang kasar seperti pasir mempunyai kapasitas infiltrasi yang tinggi, sebaliknya tanah yang mengandung liat dalam jumlah tinggi dapat tersuspensi oleh butir-butir hujan yang jatuh menyimpannya dan pori-pori lapisan permukaan akan tersumbat oleh butir-butir liat sehingga mempunyai kapasitas infiltrasi rendah (Arsyad, 2010).

Struktur Tanah

Hardjowigeno didalam Randy et al., (2016), mengemukakan bahwa struktur tanah merupakan sifat fisik tanah yang menggambarkan susunan ruangan partikel-partikel tanah yang bergabung satu dengan yang lain membentuk agregat dari hasil proses pedogenesis. Struktur tanah merupakan gumpalan kecil dari butir-butir tanah. Gumpalan struktur tanah ini terjadi karena butir-butir pasir, debu, liat terikat satu sama lain oleh suatu perekat seperti liat dan faktor perekat lainnya adalah bahan organik.

Struktur tanah memegang peranan penting terhadap pertumbuhan tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung. Bila tanah padat maka air akan susah untuk menembusnya. Bila struktur remah, maka akar tumbuh dengan baik. Daya infiltrasi dan ukuran butir-butir tanah akan menentukan mudah tidaknya tanah terangkut air. Tanah dengan agregat lemah akan mudah dihancurkan oleh air, sehingga laju infiltrasinya akan kecil dan peka terhadap erosi atau erodibilitasnya tinggi (Rahim, 2003 didalam Rahmawati, 2023).

Berat isi (bulk Density)

Berat isi (bulk density) adalah perbandingan dari massa tanah kering dengan volume total tanah (termasuk volume tanah dan pori). Setiap perubahan dalam struktur tanah mungkin untuk mengubah jumlah ruang-ruang pori dan juga berat per unit volume dengan satuan g/cm^3 . Berat isi (bulk Density) merupakan petunjuk kepadatan tanah, udara dan air. Keadaan tanah yang padat dapat mengganggu pertumbuhan tanaman karena akar-akarnya tidak berkembang dengan baik (Arrosyidah et al., 2024; Harahap et al., 2021).

Menurut Safier didalam (Irawan, 2016), Semakin tinggi kepadatan tanah, maka infiltrasi akan semakin kecil. Kepadatan tanah ini dapat disebabkan oleh adanya pengaruh benturan-benturan hujan pada permukaan tanah. Tanah yang ditutupi oleh tanaman biasanya mempunyai laju infiltrasi lebih besar dari pada permukaan tanah yang terbuka. Hal ini disebabkan oleh perakaran tanaman yang

menyebabkan porositas tanah lebih tinggi, sehingga air lebih banyak dan mengikat pada permukaan yang tertutupi oleh vegetasi, dapat menyerap energi tumbuk hujan dan sehingga mampu mempertahankan laju infiltrasi yang tinggi.

Porositas Tanah

Porositas tanah adalah ruang pori total (ruang kosong) yang terdapat dalam satuan volume tanah yang dapat ditempati udara. Porositas tanah dipengaruhi oleh kandungan bahan organik, struktur tanah, dan tekstur tanah. Porositas merupakan nisbah persentase dari ruang pori total. Besarnya total ruang pori tanah menunjukkan tanah tersebut gembur dan memiliki banyak ruang pori tanah. Hal ini berarti proses penyerapan terhadap air berlangsung dengan cepat (Elfiati & Delvian, 2010)

Menurut Rahim., 2003 didalam Rahmawati, (2023), mengatakan bahwa porositas tanah akan menentukan kapasitas meneruskan air infiltrasi ke dalam tanah, semakin besar porositas maka kapasitas meneruskan air infiltrasi semakin besar. Mustafa didalam Susanawati et al., (2018) juga mengatakan salah satu faktor yang menyebabkan infiltrasi cepat atau lambatnya mencapai konstan adalah porositas tanah. Pengaruh infiltrasi konstan terhadap porositas tanah menggambarkan total pori suatu tanah yang dapat dilalui oleh air, sehingga semakin besar porositas maka air yang menjadi lebih mudah masuk dalam tanah yang pada akhirnya dapat meningkatkan infiltrasi konstannya.

Permeabilitas

Permeabilitas tanah menurut (Fatimah, 2023) adalah kecepatan Bergeraknya suatu cairan pada suatu media berpori dalam keadaan jenuh. Dalam hal ini cairan adalah air, dan sebagai media berpori adalah tanah. Permeabilitas merupakan sifat dari material berpori yang menyediakan jalan bagi air untuk mengalir melalui rongga-rongga di dalamnya (Hutabarat, 2017 didalam Arrosyidah et al., 2024). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Randy et al., (2016) laju permeabilitas pada tanah berpasir tergolong cepat, hal ini menunjukkan bahwa tanah di dominasi oleh fraksi pasir. Tanah yang di dominasi fraksi pasir mempunyai pori-pori makro lebih banyak dari pori-pori mikro.

Rohmat didalam Randy et al., (2016), mengemukakan bahwa permeabilitas tanah merupakan kemampuan tanah untuk meloloskan air atau melewatkan air. Laju permeabilitas yang dinyatakan dalam cm/jam merupakan fungsi dari berbagai sifat fisik tanah, antara lain : Tekstur tanah, struktur tanah, konsistensi tanah, drainase serta kandungan air tersedia dalam tanah.

1.7 Penggunaan Lahan

Kebutuhan akan ruang yang semakin meningkat dengan ketersediaan lahan yang terbatas mengakibatkan terjadinya perubahan penggunaan lahan (Monsaputra, 2023; Nuraeni et al., 2017). Penggunaan lahan memiliki pengaruh besar terhadap laju infiltrasi tanah. Pengaruh penggunaan lahan ini berkaitan dengan adanya vegetasi dan teknik pengolahan tanah (Rahmawati, 2023).

Tata guna lahan yang berbeda menghasilkan jenis vegetasi dan tingkat pengelolaan lahan yang berbeda. Kedua hal tersebut akan menyebabkan terjadinya

laju infiltrasi yang berbeda. Kemampuan sistem lahan dalam meretensi air hujan sangat tergantung kepada karakteristik sistem tajuk dan perakaran tipe vegetasi penutupnya. Sistem tata guna lahan dengan vegetasi penutup bertipe pohon disertai dengan adanya tumbuhan penutup tanah mempunyai kemampuan meretensi air hujan lebih baik daripada sistem lahan tingkat semai/semak atau tiang. Dengan demikian dengan adanya vegetasi tingkat pohon mempunyai fungsi yang lebih baik untuk meningkatkan kapasitas infiltrasi (Suharto., 2016 didalam Fadillah, 2019).

Berdasarkan hasil penelitian (Permanasari et al., 2012), menyatakan bahwa hutan yang memiliki vegetasi beragam memiliki tingkat infiltrasi lebih besar. Setiap m^2 lahan terbangun berpengaruh pada penurunan daya resap air hujan ke dalam tanah sebesar $15.957 \text{ m}^3/\text{tahun}$. Setiap m^2 hutan meningkatkan besaran infiltrasi sebesar $74.736 \text{ m}^3/\text{tahun}$ dan setiap m^2 sawah berpengaruh pada konservasi air sebesar $366 \text{ m}^3/\text{tahun}$.

1.7.1 Pengaruh Penggunaan Lahan Terhadap Infiltrasi

Besar kecilnya laju infiltrasi pada berbagai penggunaan lahan dipengaruhi oleh adanya perbedaan pada kerapatan tanaman dan teknik pengolahan tanah pada suatu penggunaan lahan. Seperti yang dikemukakan oleh Kadang., (2020), laju infiltrasi pada lahan *agroforestry* termasuk dalam kategori sangat cepat, hal ini dipengaruhi pada setiap komposisi penyusun yang berbeda. Berdasarkan hasil penelitian laju infiltrasi tertinggi pada tegakan cempaka dan kakao sebesar $1516,80 \text{ mm/jam}$, serta laju infiltrasi terendah pada kombinasi tegakan cempaka dan kopi sebesar $1066,24 \text{ mm/jam}$. Hal ini juga mendukung pernyataan sebelumnya, menurut Reswari & Prijono., (2020) laju infiltrasi di lahan kopi dan naungan yang berbeda memiliki hasil yang beragam dimana lahan tanaman kopi dengan naungan campuran memiliki laju infiltrasi yang lebih besar yaitu sebesar $1077,40 \text{ mm/jam}$ di bandingkan dengan tanaman sejenis.

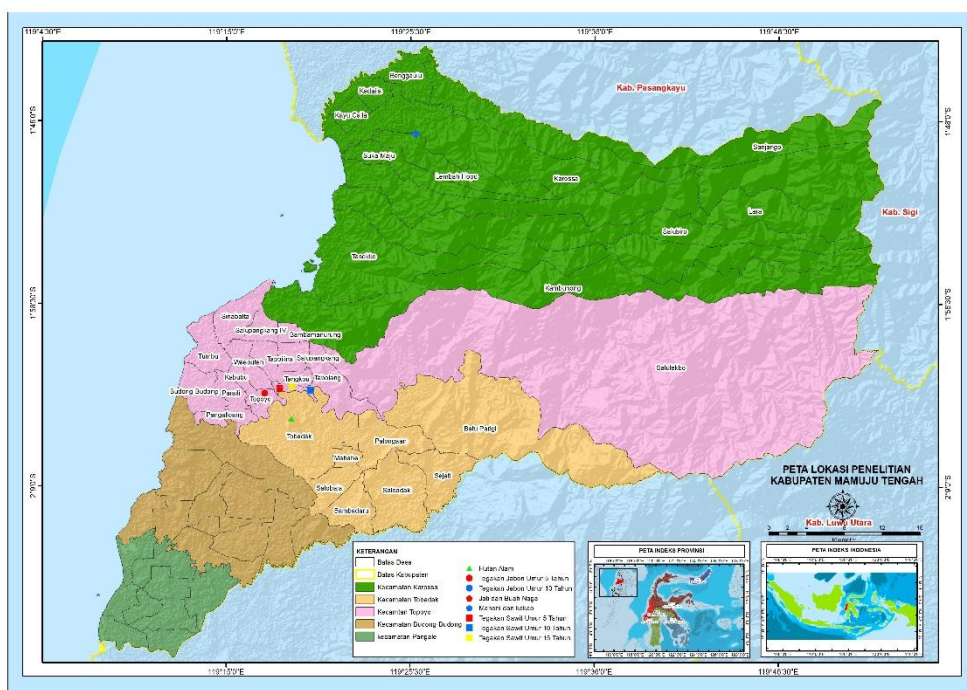
Hasil penelitian laju infiltrasi pada hutan alam, sawah, semak belukar dan kebun teh yang dilakukan oleh Fadillah., (2019) menunjukkan bahwa hutan alam memiliki laju infiltrasi sebesar $2356,6 \text{ mm/jam}$, sawah sebesar $433,24 \text{ mm/jam}$, semak belukar sebesar $1279,88 \text{ mm/jam}$ dan kebun teh laju infiltrasi sebesar $1958,44 \text{ mm/jam}$. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, laju infiltrasi terbesar terdapat pada hutan alam dan laju infiltrasi terendah terdapat pada sawah.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui dua tahapan kegiatan, yaitu kegiatan lapangan dan kegiatan Laboratorium. Waktu penelitian mulai Bulan Agustus 2024 sampai Bulan Juli 2025. Kegiatan tahap pertama merupakan kegiatan dilapangan yang dilaksanakan di Kabupaten Mamuju Tengah. Lokasi penelitian hutan alam Gunung Kappal berada di Desa Tobadak, Kecamatan Tobadak, hutan tanaman jabon umur 5 tahun berada di Desa Topoyo, Kecamatan Topoyo, hutan tanaman jabon umur 10 tahun berada di Desa Lembah Hopo, Kecamatan Karossa, kebun kelapa sawit umur 5, 10 dan 15 tahun berada di Desa Tabolang, Kecamatan Tapoyo, untuk sistem *agroforestry* tegakan jati dan buah naga dengan tegakan mahoni dan kakao berada di Desa Topoyo, Kecamatan Topoyo. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta lokasi penelitian

2.2 Alat dan Bahan

2.2.1 Alat

Alat yang digunakan pada saat penelitian dilapangan adalah:

1. *Double ring infiltrometer* digunakan untuk pengukuran laju infiltrasi
2. *Stopwatch* digunakan untuk mengetahui waktu penurunan air di dalam *Double ring infiltrometer* selama pengamatan
3. Penggaris digunakan untuk mengukur laju infiltrasi
4. Jerigen digunakan sebagai wadah tempat pengambilan air
5. *Ring sample* digunakan untuk mengambil sampel tanah tidak terusik
6. *Plastik sampel* digunakan sebagai wadah untuk sample tanah yang telah di ambil
7. Parang digunakan untuk membersihkan vegetasi pada saat pengambilan sampel tanah
8. Cangkul digunakan untuk menggali tanah
9. Linggis digunakan untuk menggali tanah > 30 cm
10. Roll meter digunakan untuk mengukur plot penelitian
11. Tali rafia digunakan untuk membuat plot penelitian
12. GPS (Global Positioning System) digunakan untuk mengambil koordinat lokasi pengambilan sample
13. Soil pH dan Moisture meter digunakan untuk mengukur pH dan kelembapan tanah
14. Kamera digunakan untuk dokumentasi kegiatan penelitian dilapangan.

2.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada saat penelitian dilapangan adalah:

1. Tanah digunakan untuk menganalisis sifat fisik tanah
2. Air digunakan untuk mengukur laju infiltrasi

2.3 Metode Penelitian

2.3.1 Variabel Penelitian

1. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah:
 - Parameter infiltrasi
 - Laju infiltrasi awal (f_0)
 - Laju infiltrasi akhir (f_c)
 - Konstanta untuk jenis tanah dan permukaannya (k)
 - Sampel tanah yang diteliti untuk mengetahui sifat fisiknya
 - Tegakan (umur tegakan, tingg dan diameter pohon)
2. Data sekunder digunakan dalam penelitian ini adalah:
 - Jenis tanah
 - Kondisi iklim (curah hujan, suhu dan kelembapan)
 - Tinggi tempat dan kelerengan
 - data yang diperlukan sebagai data penunjang dari data primer. Data tersebut diperoleh dari literatur, laporan atau dari berbagai pihak yang berkaitan dengan penelitian ini.

2.3.2 Pengukuran Data di Lapangan

Penelitian dilakukan pada hutan alam, hutan tanaman, *agroforestry* dan kebun kelapa sawit di Kecamatan Topoyo dan Kecamatan Karossa. Penentuan pengambilan sampel plot dilakukan dengan metode teknik *purposive sampling*. *Purposive sampling* merupakan teknik penentuan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu, yang dianggap cocok dengan karakteristik sampel yang ditentukan dijadikan sampel. Pengukuran data di lapangan terdiri dari 8 Plot dengan ukuran 20 m x 20 m untuk hutan alam, hutan tanaman dan *agroforestry*, sedangkan untuk tegakan kelapa sawit dengan ukuran 25 m x 40 m pada masing-masing Plot dilakukan dengan 3 kali pengukuran.

2.3.3 Pengukuran Parameter Infiltrasi

Pengukuran parameter infiltrasi dilakukan secara langsung dilapangan untuk mengetahui nilai laju infiltrasi yang kemudian dari nilai laju infiltrasi tersebut didapatkan parameter infiltrasi. Pengukuran parameter infiltrasi menggunakan alat infiltrometer yaitu double ring infiltrometer. Pengukuran dilakukan pada setiap titik sampel yang sudah ditentukan. Prosedur pengukuran parameter infiltrasi adalah sebagai berikut :

- a. Memasang ring infiltrometer ganda pada titik pengamatan.
- b. menekan dengan alat pemukul (letakkan kayu diatas ring), ring masuk 5-10 cm kedalam tanah.
- c. Mengisi ruangan antara ring besar dan ring kecil dengan air (mempertahankan penuh terus menerus saat pengukuran).
- d. Mengisi ring kecil dengan air secara berhati-hati.
- e. Mencatat tinggi permukaan air awal dengan melihat skala dan catat penurunan air dalam interval waktu tertentu, interval waktu tergantung kecepatan penurunan air. Dalam penelitian ini digunakan interval penurunan air tiap 5 menit.
- f. Penambahan air dilakukan jika ring luar dan dalam mengalami penurunan sampai terjadi penurunan air konstan

2.3.4 Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah dilakukan pada setiap plot yang berukuran 20 m x 20 m untuk hutan alam, hutan tanaman dan *agroforestry*, sedangkan untuk tegakan kelapa sawit dengan ukuran 25 m x 40 m yaitu sampel tanah terusik dan tidak terusik. Sampel tersebut kemudian dianalisis di laboratorium untuk mengetahui sifat fisik tanahnya. Sampel tanah terusik digunakan untuk menganalisis tekstur, struktur dan bahan organik. Pengujian porositas, permeabilitas, dan *bulk density* menggunakan sampel tanah tidak terusik. Pengambilan sampel tanah tidak terusik dilakukan pada kedalaman 0-30 cm, 30-60 cm, dan 60-90 cm. Pengambilan sampel tanah terusik dilakukan pada kedalaman 0-30 cm pada lapisan atas pengambilan sampel tanah secara komposit, dan kedalaman 30-60 cm, 60-90 cm dari tanah bekas galian sampel tanah tidak terusik. Adapun pengambilan sampel tanah dilakukan sebagai berikut:

a. Tanah tidak terusik

1. Membersihkan permukaan bagian tubuh tanah yang di ambil dari tumbuhan serasah, dan batu kemudian meretakkannya.
2. Meletakkan ring sampel secara acak pada permukaan tubuh tanah yang akan diambil dengan bagian tajam yang bersinggungan dengan tanah.
3. Menekan tabung silinder perlahan – lahan dengan tekanan merata sampai terbenam tiga perempat bagian.
4. Meletakkan tabung silinder kedua di atas tabung silinder pertama sampai bagian yang diinginkan
5. Menggali tanah di sekeliling tabung silinder sehingga tabung-tabung tersebut data diambil secara bersamaan dalam keadaan tetap utuh dan berhubungan
6. Mengeratkan tanah lebihan di sisi depan tabung silinder pertama dan diantara tabung silinder itu dengan pisau tipis dan tajam atau gergaji kecil, kemudian tutup tabung silinder pertama dengan tutup yang teredia
7. Melakukan analisis sampel tanah di laboratorium

b. Tanah terusik

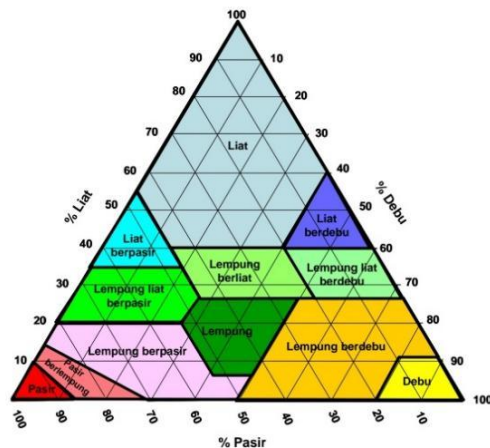
Sampel tanah terusik diambil dari titik yang telah ditentukan yakni sebanyak lima titik yang berada pada setiap sudut plot dan di tengah diagonal plot dari tanah bekas galian untuk mengambil ring yang dibenamkan ke dalam tanah dan pengambilan sampel tanah secara komposit.

2.3.5 Analisis Sampel Tanah di Laboratorium

Analisis sampel tanah dilakukan di Laboratorium Silvikultur dan Fisiologi pohon, adapun sifat-sifat tanah yang diamati yaitu tekstur tanah, berat volume tanah, porositas tanah, permeabilitas tanah, dan kadar bahan organik sampel tanah yang diamati sebanyak satu sampel dari masing-masing plot. Adapun sampel tanah yang diamati sebagai berikut :

1. Penentuan Tekstur Tanah

Tekstur tanah dapat ditetapkan dengan menggunakan segitiga tekstur tanah yang disajikan pada Gambar 3 berdasarkan hasil analisis sampel tanah yang telah dilakukan di laboratorium. Hasil analisis tersebut dapat diketahui dari persentase pasir, debu dan liat sehingga dapat ditentukan kelas tekstur dengan menggunakan segitiga tekstur dari *United State Department of Agriculture* (USDA).



Gambar 3. Segitiga tekstur tanah

2. Penentuan Struktur tanah

Penentuan tekstruk tanah diterapkan secara langsung di lapangan dengan metode kualitatif yaitu dengan menggunakan contoh tanah utuh. Bongkahan tanah tersebut dipecahkan dengan cara memberi tekanan pada bongkahan. Pecahan dari bongkahan tersebut merupakan agregat, bentuk agregat tanah kemudian dicocokkan dengan kriteria yang ada pada buku pedoman pengamatan tanah.

3. Penentuan Bahan Organik

Penentuan bahan organik dilakukan dengan metode titrasi sampai tanah berubah warna menjadi hijau, dengan menggunakan larutan H_2SO_4 dan $K_2Cr_2O_7$ sehingga mendapatkan kandungan C Organik dan kandungan bahan organik digunakan kriteria yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi bahan organik (Sulaeman et al., 2015 didalam Firdausi, 2020)

C (%)	Kriteria
<1,00	Sangat rendah
1,00-2,00	Rendah
2,01-3,00	Sedang
3,01-5,00	Tinggi
>5,00	Sangat tinggi

4. Penentuan Porositas tanah

Penetuan persentase pori tanah diperoleh dari hasil analisis persentase berat volume tanah (BD) dan berat partikel tanah (PD) yang kemudian dikalikan dengan 100%.

5. Penentuan Permeabilitas

Sampel tanah yang sudah diambil menggunakan ring sample diletakkan ke dalam wadah perendaman sampai tanah yang ada pada ring sample dalam keadaan jenuh, kemudian dipindahkan ke alat ukur. Nilai permeabilitas tanah

diperoleh dari hasil analisis perbandingan waktu dan volume. Penentuan kelas permeabilitas menurut uhlend & O'Neil., 1951 didalam Firdausi, (2020) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi permeabilitas

Permeabilitas (cm)	Kelas
< 0,125	Sangat lambat
0,125-0,50	Lambat
0,50-2,00	Agak lambat
2,00-6,25	Sedang
6,25-12,5	Agak cepat
12,5-25,00	Cepat
> 25,00	Sangat cepat

6. Pengukuran kelembaban tanah

Pengukuran kelembaban tanah dilakukan dengan cara menancapkan alat ukur soil pH dan moisture meter ke dalam tanah. Kelembaban tanah diperoleh apabila jarum skala pada alat telah berhenti.

2.4 Analisis Data

2.4.1 Analisis Laju Infiltrasi

Perhitungan infiltrasi dari hasil pengukuran dikonversi data penurunan air tersebut dalam mm/jam dengan rumus sebagai berikut (Kuma et al., 2023 didalam Andayono et al., 2025).

$$f = \frac{\Delta H}{\Delta t}$$

Dimana :

f : Laju infiltrasi (mm/jam)

ΔH : Penurunan muka air dalam selang waktu tertentu (mm)

Δt : Selang waktu yang dibutuhkan oleh air ΔH untuk masuk ke tanah (mm)

Permodelan infiltrasi dilakukan menggunakan persamaan Horton dengan rumus, (Badaruddin et al., 2021; Reswari & Prijono, 2020; Susanawati et al., 2018).

$$f_t = f_c + (f_o - f_c) e^{-kt}$$

Dimana :

F_t : Laju infiltrasi (mm/jam)

f_o : laju infiltrasi awal (mm/jam)

f_c : laju infiltrasi konstan (mm/jam)
 k : konstanta Horton $-1/(0,4343 \times m)$
 e : 2,718
 t : waktu dalam pengamatan (jam)

Konstanta K diperoleh dengan menggunakan persamaan umum linear,

$$y = mx + c$$

$$y = tx = \log(f - f_c)$$

$$m = \frac{-1}{k \log e} \quad c = \frac{-1}{k \log e} \log(f_0 - f_c)$$

Gunakan persamaan

$$m = \frac{-1}{k \log e}$$

$$k = \frac{-1}{m \log e} \quad \text{atau} \quad k = \frac{-1}{0,4343xm}$$

2.4.2 Klasifikasi Laju Infiltrasi

Data hasil pengamatan laju infiltrasi di setiap titik pengamatan berupa lama waktu pengamatan (menit) dan laju infiltrasi (mm/jam) untuk menghasilkan kurva laju infiltrasi. Klasifikasi laju infiltrasi menurut *U.S Soil Conservation* didalam Dipa et al., (2021) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Klasifikasi laju infiltrasi

Kriteria	Infiltrasi (mm/jam)
Sangat Lambat	1
Lambat	2 - 5
Sedang Lambat	6 - 20
Sedang	21 - 65
Sedang Cepat	66 - 125
Cepat	126 - 250
Sangat Cepat	> 250

2.4.3 Uji T (*Independent Sample T- Test*)

Independent sample t-test merupakan salah satu metode pengujian bagian dari statistik parametrik. Pengujian hipotesis dilakukan dengan bantuan olah data SPSS, uji statistik t adalah suatu uji yang membandingkan rata-rata dua kelompok yang tidak berhubungan satu dengan yang lain (dua sample bebas), agar dapat mengetahui apakah secara signifikan kedua sample mempunyai rata-rata yang sama atau tidak, adapun rumus *Independent sample t-test* sebagai berikut (Artaya, 2018; Firdausi, 2020).

$$t = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\left[\frac{SD_1^2}{N_1 - 1} \right] + \left[\frac{SD_2^2}{N_2 - 1} \right]}}$$

Dimana :

- X_1 : rata-rata pada distribusi sample 1
- X_2 : rata-rata pada distribusi sample 2
- SD_1^2 : nilai varian pada distribusi sample 1
- SD_2^2 : nilai varian distribusi sample 2
- N_1 : jumlah individu pada sample 1
- N_2 : jumlah individu pada sample 2

Menurut Ghozali., 2012 didalam Magdalena & Angela Krisanti, (2019), Pengujian statistik t atau t-test ini dilakukan dengan menggunakan tingkat signifikansi sebesar 0,05 ($\alpha=5\%$). Penerimaan atau penolakan uji hipotesis ini dilakukan dengan kriteria sebagai berikut:

- 1) Jika nilai signifikan > 0,05, maka hipotesis nol (H_0) diterima dan hipotesis alternatif (H_1) ditolak. Hal ini berarti, tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara dua kelompok yang tidak berhubungan satu dengan yang lain.
- 2) Jika nilai signifikan < 0,05 maka hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima. Hal ini berarti, terdapat perbedaan yang signifikan antara dua kelompok yang tidak berhubungan satu dengan yang lain.

2.4.4 Hubungan Antara Jenis Penggunaan Lahan, Sifat Tanah, dan Laju Infiltrasi

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara deskripsi untuk memahami hubungan antara jenis penggunaan lahan, sifat tanah, dan laju infiltrasi. Data diperoleh dari lapangan dan laboratorium dianalisis dengan pendekatan komparatif berdasarkan kategori penggunaan lahan serta karakteristik sifat tanah.

Langkah pertama dalam analisis adalah mengklasifikasikan lokasi berdasarkan jenis penggunaan lahan. Klasifikasi ini bertujuan untuk melihat perbedaan kondisi lahan yang berpotensi memengaruhi laju infiltrasi dan sifat tanah secara umum.

Selanjutnya, dilakukan analisis terhadap sifat tanah yang meliputi tekstur tanah, struktur tanah, porositas, permeabilitas, bahan organik, dan kelembaban tanah. Data ini kemudian dikaitkan dengan sifat tanah dengan penggunaan lahan terhadap laju infiltrasi.

Pendekatan deskripsi digunakan untuk menguraikan pola hubungan yang muncul antara variabel-variabel tersebut, tanpa melakukan pengujian statistik. Dengan cara ini, dapat diperoleh gambaran mengenai pengaruh penggunaan lahan terhadap sifat tanah, serta bagaimana keduanya berkontribusi terhadap laju infiltrasi.

Analisis ini bertujuan untuk memberikan pemahaman mendalam secara kualitatif mengenai interaksi antara sistem lahan, sifat tanah, dan infiltrasi yang terjadi sebagai bagian dari proses hidrologi tanah.