

SKRIPSI

ANALISIS PENANDA BIOKIMIA KARET (*Hevea brasiliensis*) BERDASARKAN POLA TANAM DAN STATUS PENYADAPANNYA

Disusun dan diajukan oleh :

HERAWATI

M011191252



**PROGRAM STUDI KEHUTANAN
FAKULTAS KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

Analisis Penanda Biokimia Karet (*Hevea brasiliensis*) Berdasarkan Pola Tanam Dan Status Penyesuaannya

Disusun dan diajukan oleh

**HERAWATI
M011191252**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Kehutanan Fakultas
Kehutanan Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 27 November 2023
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

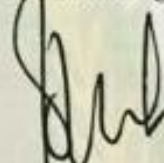
Menyetujui :
Komisi Pembimbing

Pembimbing I



Ir. Mukrimin, S.Hut, M.P., Ph.D., IPU
NIP. 197802092008012 1 001

Pembimbing II



Syahidah, S. Hut., M. Si., Ph.D.
NIP. 19700815 200501 2 001

Mengetahui :

**Ketua Program Studi Fakultas Kehutanan
Universitas Hasanuddin**



Dr. Le. Sitti Nuraeni, M.P.
NIP. 19680410199512 2 001

Tanggal Lulus :

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Herawati
NIM : M011191252
Program Studi : Kehutanan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis saya berjudul :

“Analisis Penanda Biokimia Karet (*Hevea brasiliensis*) Berdasarkan Pola Tanam Dan Status Penjadwalannya

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 27 November 2023

Yang Menyatakan


Herawati

ABSTRAK

Herawati (M011191252), Analisis Penanda Biokimia Karet (*Hevea brasiliensis*) Berdasarkan Pola Anam Dan Status Penyadapannya dibawah bimbingan Mukrimin dan Syahidah.

Tanaman karet (*Hevea brasiliensis*) telah menjadi komoditas penting dalam industri perkebunan global. Permasalahan yang sering ditemukan di perkebunan karet adalah rendahnya produktivitas tanaman karet akibat serangan penyakit tanaman. Adanya program pemuliaan tanaman karet diharapkan dapat memperoleh beberapa genotipe unggul berdaya hasil tinggi dengan tingkat adaptasi tanaman yang lebih luas terutama pada daerah-daerah yang memiliki lingkungan spesifik dan endemik dari berbagai macam penyakit yang menyerang tanaman karet. Analisis biokimia disini difokuskan pada beberapa komponen utama berupa analisis kadar metabolit sekunder tanin, flavonoid dan polifenol, evaluasi juga dilakukan terhadap pengaruh pola tanam dan status penyadapan terhadap produksi dari ketiga senyawa tersebut. Penelitian dilakukan dengan metode pengambilan sampel daun dari tanaman karet yang ditanam dalam berbagai pola tanam yaitu monokultur dan agroforestry serta dengan mempertimbangkan tanaman yang memiliki status penyadapan yang berbeda. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan metode uji skrining dan penentuan kadar menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan dalam profil biokimia tanaman karet berdasarkan pola tanam dan status penyadapannya. Adanya proses penyadapan memberikan pengaruh yang besar terhadap kandungan metabolit sekunder pada tanaman karet, dan jika dilihat dari pola tanam, pola agroforestry juga memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap kandungan metabolit sekunder pada tegakan karet. Temuan ini memberikan wawasan yang berharga bagi petani karet dan industri perkebunan, dengan menyoroti hubungan erat antara pola tanam, status penyadapan, dan karakteristik biokimia tanaman karet. Selain memberikan dasar untuk peningkatan produktivitas, penelitian ini juga memungkinkan pemantauan yang lebih efektif terhadap kesehatan tanaman karet di berbagai kondisi lingkungan.

Kata Kunci : Tanaman Karet, penanda Biokimia, Tanin, Flavonoid, Polifenol

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi dengan judul “**Analisis Penanda Biokimia Karet (*Hevea brasiliensis*) Berdasarkan Pola Tanam Dan Status Penyadapannya**”, dapat diselesaikan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Jurusan Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin.

Skripsi ini diselesaikan atas bimbingan, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, baik dari segi materil maupun moril. Untuk itu, pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghormatan yang setinggi-tingginya terutama kepada Bapak **Ir. Mukrimin, S.Hut, M.P., Ph.D., IPU** dan Ibu **Syahidah, S. Hut., M. Si., Ph.D.** selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran dalam membimbing serta memberi arahan selama penyusunan skripsi ini.

Salam hormat dan kasih sayang secara khusus tak lupa penulis sampaikan kepada orang tua tercinta, **Ibunda Haniah S.Pd M.Pd Dan Ayahanda Tajudin** yang selalu memberikan dukungan, perhatian, kasih sayang, nasehat dan semangat sehingga penulis bisa menyelesaikan karya tulis ini dengan baik. Dengan segala kerendahan hati, tak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu **Dr. Ir. Siti Halimah Larekeng, S.P., M.P** dan Ibu **Budi Arty S.Hut, M. Si** selaku dosen penguji yang telah banyak memberikan masukan dan saran, bantuan serta koreksi dalam penyusunan skripsi ini.
2. Kepada seluruh **Dosen Pengajar dan Staf Pegawai Administrasi** Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin yang telah membantu dan memberikan ilmunya selama penulis menempuh pendidikan S1
3. Kepada saudari saya **Aqila S.H** dan **Nabila** yang sudah memberikan dukungan dan bantuannya selama melakukan penelitian
4. Teman-teman **Laboratorium Bioteknologi** yang memberikan semangat, dukungan dan bantuan selama proses penyusunan skripsi
5. Teman-teman seperjuangan **Nurwafiyat S.H, Al Fitra Rosa Monica, Riska**

dan **Aulia Azzahra S.Hut** terima kasih atas bantuan, kebersamaan dan semangat yang selalu diberikan

6. Kakak-kakak yang banyak membantu dan memotivasi penulis, **Nurul Musdalifah, S. Hut, Syamsumarlin S.Hut, dan Atisa Muslimin S.Hut., M. Hut.**, terima kasih atas bantuan, ilmu dan semangat yang selalu diberikan.
7. Kepada seluruh rekan-rekan **OLYMPUS** dan Tim Magang **BALITSEREAL** atas dukungan dan motivasi selama penelitian.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan yang perlu diperbaiki. Bertolak dari itu, penulis sangat mengharapkan adanya koreksi, kritik maupun saran yang membangun, dari berbagai pihak manapun sehingga bisa menjadi masukan bagi penulis untuk peningkatan di masa mendatang. Akhir kata penulis mengharapkan penyusunan skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan khususnya kepada penulis sendiri

Makassar, 27 November 2023

Herawati

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
I. PENDAHULUAN	xi
1.1. Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Dan Kegunaan	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tanaman Karet (<i>Hevea Brasiliensis</i>).....	4
2.1.1 Sistematika	4
2.1.2 Karakteristik Tanaman Karet	4
2.1.3 Sebaran dan Tempat Tumbuh	6
2.2 Metabolit sekunder.....	7
2.2.1 Tanin	7
2.2.2 Flavonoid	8
2.2.3 Polifenol	8
2.3 Pola Tanam	8
2.3.1 Monokultur	8
2.3.2 Agroforestri	9
III. METODE PENELITIAN.....	11
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	11
3.2 Alat Dan Bahan Penelitian	11
3.3 Prosedur Penelitian	11
3.3.2 Ekstraksi.....	12
3.3.3 Uji Kualitatif	12
3.3.4 Penentuan Kadar Tanin.....	13
3.3.5 Penentuan Kadar Flavonoid.....	13
3.3.6 Penentuan Kadar Polifenol	14

3.3.7 Variabel Penelitian	14
3.3.8 Analisis Data	15
IV. KEADAAN UMUM LOKASI	17
5.1 Parameter Pertumbuhan	19
5.2 Skrining Biokimia	20
5.2.1 Total Kadar Metabolit sekunder berdasarkan status penyadapan	22
5.2.2 Total Kadar Metabolit Sekunder Berdasarkan Pola Tanam.....	24
5.3 Uji Principal Component Analysis (PCA)	26
5.3.1 Penetapan <i>Principal Component</i> (PC)	26
5.3.2 <i>Score Plot</i> Sebaran Sampel	27
5.3.3 Loading Plot dan Korelasi	29
5.4 Korelasi Antar Karakter Biokimia	31
5.5 Analisis Heatmap	35
VI PENUTUP	38
6.1 Kesimpulan	38
6.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39
Lampiran	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. peta lokasi pengambilan sampel.....	17
Gambar 2. Perubahan warna pada a). Tanin b). Flavonoid c). Polifenol.....	21
Gambar3. Rata-rata total kadar metabolit sekunder berdasarkan status penyadapannya.....	22
Gambar 4. Rata-rata total kadar metabolit sekunder berdasarkan pola tanam.....	24
Gambar 5. Hasil perhitungan scree plot reduksi data	26
Gambar 6. Score plot sebaran sampel berdasarkan total profil biokimia dan parameter pertumbuhan dan tempat tumbuh.....	28
Gambar 7. Loading plot korelasi profil biokimia terhadap faktor pertumbuhan ...	30
Gambar 8. Visualisasi heatmap pada tegakan karet (H. brasiliensis)	35

DAFTAR TABEL

Lampiran	Judul	Halaman
Table 1.	rata-rata pengukuran parameter pertumbuhan dan tempat tumbuh	19
Table 2.	Hasil skrining metabolit sekunder pada sampel.....	21
Table 3.	Korelasi antar karakter biokimia dan parameter pertumbuhan dan tempat tumbuh	32
Table 4.	Rata-Rata Kadar Biokimia Pada 2 Jenis Pola Tanam Dan Status Penyesuaian	46
Table 5.	total kadar biokimia pola tanam monokultur disadap.....	46
Tabel 6.	Total Kadar Biokimia Pola Tanam Monokultur Belum Disadap	47
Tabel 7.	Total Kadar Biokimia Pola Tanam Agroforestry Disadap	47
Table 8.	Total Kadar Biokimia Pola Tanam Agroforestry Belum Disadap.....	48
Tabel 9.	<i>Eigenanalysis Of The Correlation Matrix</i>	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Hasil Penetapan Kadar Biokimia.....	56
Lampiran 2.	Nilai Analisis Matrix Corelation dan Eigenvectors	58
Lampiran 3.	Hasil korelasi	59
Lampiran 4.	Dokumentasi Penelitian	61

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanaman karet (*Hevea brasiliensis*) merupakan tanaman perkebunan yang penting, baik dalam konteks ekonomi masyarakat maupun sumber penghasil devisa non migas bagi negara (Subrata & Setiawan, 2018). Tanaman karet dapat menghasilkan getah sebagai hasil hutan bukan kayu serta dapat menghasilkan kayu sebagai produk untuk industri *furniture*. Tanaman karet adalah salah satu tanaman perkebunan utama yang cukup diandalkan di Indonesia (Admojo & Setyawan, 2018). Tanaman karet dengan umur 25-30 tahun biasanya sudah tidak produktif menghasilkan getah, sehingga kayunya dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku perabotan rumah tangga, industri mebel, kayu bakar dan bioenergi (Barly et al., 2011). Keawetan kayu ini sangat rendah, termasuk kelas awet V dengan rata-rata keawetan hanya sembilan bulan (Barly et al., 2011). Kayu karet merupakan salah satu kayu yang menjadi sumber makanan dan tempat berkembang biak serangga dan jamur sehingga cepat rusak. Untuk penggunaan di dalam dan luar ruangan, misal untuk bahan bangunan, kayu perlu diawetkan agar tahan lama. Pengawetan merupakan proses pemasukan bahan pengawet ke dalam kayu dengan tujuan mencegah serangan dari faktor perusak biologis (Barly et al., 2011).

Indonesia mempunyai potensi untuk menjadi produsen utama karet dunia apabila berbagai permasalahan utama yang dihadapi perkebunan karet dapat diatasi dan agribisnisnya dikembangkan serta dikelola secara baik (Bandrang, 2022). Permasalahan yang sering ditemukan di perkebunan karet rakyat adalah rendahnya produktivitas tanaman karet akibat serangan penyakit tanaman. Program pemuliaan tanaman karet diharapkan akan memperoleh beberapa genotipe unggul berdaya hasil tinggi dengan tingkat adaptasi tanaman yang lebih luas terutama pada daerah-daerah yang memiliki lingkungan spesifik dan endemik dari berbagai macam penyakit yang menyerang tanaman karet (Sayurandi, 2012).

Sulawesi Selatan tepatnya di Kabupaten Bulukumba menjadi wilayah yang unggul dalam sektor perkebunan yaitu produksi penghasil karet. Terdapat 2 macam pengelolaan kebun karet di wilayah ini, yaitu kebun karet yang dikelola oleh PT. Lonsum dan yang dikelola oleh masyarakat. Perkebunan karet memberikan

dimensi ekonomi yang sangat besar khususnya terhadap ekonomi pedesaan. Bulukumba khususnya Kecamatan Bulukumpa merupakan penghasil karet di Sulawesi selatan dengan produksi karet pada tahun 2010 sebanyak 7.343 ton yang terdiri dari produksi pertanian rakyat 1.250 ton dan produksi pertanian swasta 6.093 ton. Yang tersebar di 19.900 ha, dimana luas lahan pertanian karet terdiri dari perkebunan rakyat 14,105 ha dan perkebunan swasta 5.975 ha (Riswan, 2017).

Dalam bidang budidaya tanaman dikenal pola tanam secara monokultur dan tumpang sari (agroforestry). Pada pola tanam monokultur, tanaman yang dibudidayakan dalam satu lahan hanya satu jenis sehingga lebih mudah dalam perawatannya namun rentan terserang hama penyakit, sedangkan pada pola tanam tumpangsari, terdapat beberapa jenis tanaman yang dibudidayakan dalam satu lahan sehingga lebih tahan terhadap serangan hama penyakit (Listyana & Rahmanda, 2021). Pola tanam karet pada kebun rakyat menggunakan pola tanam agroforestry sedangkan pada kebun rakyat yang diusahakan oleh PT. Lonsum menggunakan pola tanam monokultur.

Dalam proses pertumbuhannya, tanaman memproduksi dua jenis metabolit yaitu metabolit primer dan metabolit sekunder. Senyawa metabolit primer memiliki fungsi esensial untuk kelangsungan hidup dan selalu ada dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman seperti karbohidrat, protein, lemak, dan asam nukleat 2 (Yahya, 2021). Metabolit sekunder merupakan penghalang kedua (pertahanan kimiawi) yang dapat menghalangi serangan herbivora, perlindungan dari hama dan penyakit, perlindungan dari sinar ultraviolet, mengurangi kerusakan jaringan, menarik penyerbuk dan alelopati. Kelompok senyawa metabolit sekunder pada tanaman telah dipelajari untuk tujuan tertentu salah satunya adalah pendugaan stres tanaman terhadap penyakit.

Penanda biokimia dilakukan dengan menganalisis bahan kimia turunan berupa senyawa fitokimia (senyawa metabolit sekunder) tanaman. Senyawa ini merupakan mekanisme pertahanan tanaman secara alami seperti fenolik (tanin, fenolat, glikosida fenolik), terpen, protein, serta senyawa lainnya yang mengandung N (Alkaloid). Keunggulan dari penanda biokimia diantaranya mengurangi ruang dan waktu yang dibutuhkan untuk menginokulasi turunan atau

menilai resistensi penyakit, mengidentifikasi biomarker resisten penyakit dan mengembangkan serta memvalidasi model prediktif (Mukrimin et al., 2019).

Berdasarkan uraian diatas maka penelitian ini penting untuk dilakukan analisis biokimia pada pohon karet pada pola tanam monokultur dan agroforestry di Bulukumba. Penelitian ini belum pernah dilakukan sebelumnya sehingga perlu dilakukan sebagai langkah awal untuk mengumpulkan informasi perbandingan antara pola tanam monokultur dan agroforestry guna menunjang kegiatan pemuliaan tanaman.

1.2 Tujuan Dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis perbandingan penanda biokimia (tanin, flavonoid dan polifenol) antara pola tanam monokultur dan agroforestry dan antara tegakan yang telah disadap dan belum disadap. Kegunaannya yaitu sebagai informasi dan rujukan untuk mendukung kelestarian jenis karet.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis*)

2.1.1 Sistematika

Klasifikasi Tanaman Karet (*H. brasiliensis*) menurut Lucky (2021) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Super Divisi	: Spermatophyta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Sub Kelas	: Rosidae
Ordo	: Euphorbiales
Famili	: Euphorbiaceae
Genus	: Hevea
Spesies	: <i>Hevea brasiliensis</i>

Tanaman karet termasuk dalam famili *Euphorbiaceae*, disebut dengan nama lain rambung, getah, gota, kejai ataupun hapea. Kegunaan Tanaman karet sendiri sangat banyak dalam dunia industri. Salah satunya penggunaan industri ban otomotif yang memiliki durasi penggunaan yang pendek sehingga menyebabkan produksi karet terus mengalami peningkatan (Suryamsyah, 2022).

2.1.2 Karakteristik Tanaman Karet

Tanaman karet merupakan pohon yang tumbuh tinggi dan berbatang cukup besar. Tinggi pohon dewasa bisa mencapai 15-25 meter. Batang tanaman biasanya tumbuh lurus dan memiliki percabangan yang tinggi. Di beberapa kebun karet ada beberapa kecondongan arah tumbuh tanamannya agak miring ke arah utara. Batang tanaman ini mengandung getah yang dikenal dengan nama lateks. Sesuai sifat dikotilnya, akar tanaman karet merupakan akar tunggang. Daun karet berwarna hijau, 5 daun ini ditopang oleh daun utama dan tangkai anak daunnya antara 3-10 cm. Pada setiap helai terdapat tiga helai anak daun. Daun tanaman karet akan menjadi kuning atau merah pada saat musim kemarau (Lucky, 2021).

Daun karet terdiri dari tangkai daun utama dan tangkai anak daun. Panjang tangkai daun utama 3-20 cm, sedangkan panjang tangkai anak daun sekitar 3-10 cm dan pada ujungnya terdapat kelenjar. Biasanya ada tiga anak daun yang terdapat pada sehelai daun karet. Anak daun berbentuk eliptis, memanjang dengan ujung meruncing. Tepinya rata dan gundul (Djarmiko, 2015).

Bunga karet terdiri dari bunga jantan dan bunga betina yang terdapat dalam malai payung tambahan yang jarang. Pada ujungnya terdapat lima tajuk yang sempit. Panjang tenda bunga 4-8 mm. Bunga betina berambut. Ukurannya lebih besar sedikit dari yang jantan dan mengandung bakal buah yang beruang tiga. Kepala putik yang akan dibuahi dalam posisi duduk juga berjumlah tiga buah. Bunga jantan memiliki sepuluh benang sari yang tersusun menjadi satu tiang. Kepala sari terbagi dalam 2 karangan, tersusun satu lebih tinggi dari yang lainnya. Paling ujung adalah bakal buah yang tidak tumbuh sempurna (Sari et al., 2019).

Buah karet memiliki pembagian ruang yang jelas. Jumlah ruang biasanya tiga, namun kadang-kadang bisa sampai enam ruang. Garis tengah buah 3-5 cm. Bila buah sudah masak, maka akan pecah dengan sendirinya. Biji karet terdapat dalam setiap ruang buah. Jumlah biji biasanya tiga, tetapi kadang-kadang bisa sampai enam sesuai dengan jumlah ruang. Buah karet memiliki pembagian ruang yang jelas masing-masing ruang berbentuk setengah bola. Bila buah sudah masak maka akan pecah dengan sendirinya. Pemecahan terjadi dengan kuat menurut ruang-ruangnya. Pemecahan biji ini berhubungan dengan pengembangbiakan tanaman karet secara alami. Biji-biji yang terlontar kadang-kadang sampai jauh, akan tumbuh dalam lingkungan yang mendukung (Husni, 2013).

Akar tanaman karet merupakan akar tunggang. Akar ini mampu menopang batang tanaman yang tumbuh tinggi dan besar. Akar tunggang dapat menunjang tanah pada kedalaman 1-2 m, sedangkan untuk akar lateralnya dapat menyebar sejauh 10 m. Bunga karet terdiri dari bunga jantan dan betina. Pangkal tenda bunga berbentuk lonceng. Pada ujungnya terdapat lima taju yang sempit. Panjang tenda bunga 4-8 mm. Bunga betina merambut vilt. Ukurannya lebih besar sedikit dari yang jantan dan mengandung bakal buah yang beruang 3. Kepala putik yang akan dibuahi dalam posisi duduk juga berjumlah 3 buah. Bunga jantan mempunyai 10 benang sari yang tersusun menjadi suatu tiang. Kepala sari terbagi dalam 2

karangan, tersusun satu lebih tinggi dari yang lain. Paling ujung adalah suatu bakal buah yang tidak tumbuh sempurna. Tanaman Karet merupakan buah berpolong (diselaputi kulit yang keras) yang sewaktu masih muda buah berpaut erat dengan dengan rantingnya. Buah karet dilapisi oleh kulit tipis berwarna hijau dan didalamnya terdapat kulit yang keras dan berkotak. Tiap kotak berisi sebuah biji yang dilapisi tempurung, setelah tua warna kulit buah berubah menjadi keabu-abuan dan kemudian mengering (Lucky, 2021).

Tanaman karet memiliki karakteristik sebagai tanaman berumah satu (monoecious), yang berarti pada satu tangkai bunga yang berbentuk bunga majemuk terdapat bunga betina dan bunga jantan. Penyerbukan dapat terjadi baik dengan penyerbukan sendiri atau penyerbukan silang. Pohon karet biasanya mulai berbunga ketika mencapai usia sekitar 7 tahun. Selama pertumbuhan karet, terdapat pengamatan bahwa menjelang akhir musim hujan, daun-daunnya mulai gugur. Setelah daun-daun pada ranting-ranting rontok, kuncup-kuncup baru akan mulai tumbuh bersamaan dengan dimulainya pembungaan. Pembungaan pada tanaman ini terjadi setelah musim gugur daun. Dalam satu tahun, tanaman karet biasanya mengalami dua periode pembungaan, yaitu musim besar (bunga pertama) dan musim kecil (bunga kedua) (Suryamsyah, 2022).

Kayu karet (*Hevea brasiliensis*) memiliki sifat fisik yang berbeda-beda, mulai dari batang bagian pangkal, tengah, dan ujung batang. Batang karet bagian pangkal memiliki kadar selulosa yang tergolong tinggi yaitu (67,38%), bagian tengah kadar selulosa sebesar (59,37%) dan bagian ujung kadar selulosa sebesar (45,73%), kadar lignin yang tergolong rendah (20,68%) dan kadar zat ekstraktif yang tergolong tinggi (4,58%).

2.1.3 Sebaran dan Tempat Tumbuh

Tanaman karet (*Hevea brasiliensis*) berasal dari negara Brazil. Sesuai habitat aslinya di Amerika Selatan, terutama Brazil yang beriklim tropis, maka karet juga cocok ditanam di Indonesia, yang sebagian besar ditanam di Sumatera Utara dan Kalimantan. Tanaman karet memerlukan curah hujan optimal antara 2.000 - 2.500 mm/tahun dengan hari hujan berkisar 100 s/d 150 HH/tahun. Daerah yang cocok adalah pada zone antara 150 LS dan 150 LU, dengan suhu harian 25 - 30°C. Tanaman karet tumbuh optimal pada dataran rendah dengan ketinggian 200

m – 400 m dari permukaan laut (dpl). Sifat-sifat tanah yang cocok pada umumnya aerasi dan drainase cukup, tekstur tanah remah, struktur terdiri dari 35% tanah liat dan 30% tanah pasir, kemiringan lahan < 100 cm. (Bandrang, 2022)

2.2 Metabolit sekunder

Tanaman menjalani metabolisme primer sebagai bagian penting dalam menjaga kelangsungan hidupnya. Melalui metabolisme primer ini, tanaman menghasilkan berbagai metabolit primer seperti karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral. Selain metabolisme primer, tanaman juga melibatkan diri dalam metabolisme sekunder, yang bergantung pada metabolit primer sebagai prekursor utama. Hasil dari metabolisme sekunder ini terdiri dari berbagai metabolit sekunder seperti senyawa-senyawa fenol, penil propanoid, saponin, terpenoid, alkaloid, tanin, steroid, dan flavonoid (Botahala et al., 2020).

Metabolit sekunder adalah molekul organik yang tidak memiliki peran secara langsung dalam pertumbuhan dan perkembangan. Metabolit sekunder pada tumbuhan berfungsi spesifik namun tidak bersifat esensial. Metabolit sekunder dapat disintesis oleh organ-organ tertentu tumbuhan, seperti akar, daun, bunga, buah, dan biji. Terdapat tiga kelompok utama metabolit sekunder pada tanaman yaitu fenolik, terpen dan terpenoid serta senyawa yang mengandung nitrogen (Alkaloid). Senyawa metabolit sekunder dapat dihasilkan pada berbagai jaringan tanaman mulai dari batang, kulit dan daun dengan jumlah yang berbeda-beda (Mukrimin et al., 2019).

2.2.1 Tanin

Tanin adalah kelompok senyawa fenolik yang disintesis pada jaringan tanaman sebagai pelindung terhadap bakteri, patogen, tumbuhan kompetitor, atraktan (bau, warna dan rasa), perlindungan dari sinar UV-B dan kematian sel (Sampepana et al., 2020). Tanin merupakan kelompok senyawa metabolit sekunder yang ditemukan melimpah kedua pada jaringan tumbuhan tingkat tinggi setelah alkaloid termasuk pada daun (Julianto, 2019). Tanin terbagi menjadi dua kelompok utama yaitu tanin terhidrolisis dan terkondensasi. Tanin terhidrolisis terjadi karena reaksi polimerisasi (kondensasi) antara flavonoid, sedangkan tanin terhidrolisis terbentuk dari reaksi esterifikasi asam fenolat dan glukosa. Tanin memiliki

kemampuan mengendapkan protein dan menghasilkan ikatan silang kompleks yaitu protein tanin. Kandungan tanin yang tinggi dalam tanaman tercatat berkisar 20% dari berat kering, ini merupakan produk metabolisme paling banyak ke empat yang disintesis oleh tumbuhan tingkat tinggi setelah selulosa, hemiselulosa dan lignin (Sudjatha & Wisaniyasa, 2017).

2.2.2 Flavonoid

Kelompok senyawa metabolit sekunder yang juga ditemukan melipah pada jaringan tanaman adalah flavonoid. Flavonoid juga merupakan kelompok senyawa fenolik yang lebih banyak berperan sebagai antioksidan, pelindung dari sinar ultraviolet-B (UV-B), pigmen yang menarik penyerbuk, fitoaleksin, molekul pensinyalan, dan pengatur transportasi auksin yang membantu pertumbuhan pada tanaman (Julianto, 2019). Flavonoid adalah senyawa dengan kerangka karbon C₆-C₃-C₆ yang menunjukkan struktur chromane atau chromene seperti seperti flavan, flavon, flavonol, dan antosianidin. Dalam laporan terbaru diperkirakan terdapat lebih dari 9,000 senyawa flavonoid yang ditemukan tumbuhan tingkat tinggi (Patricia, 2021).

2.2.3 Polifenol

Polifenol adalah senyawa yang tersusun dari kumpulan fenolik, senyawa siklik, dan aromatik pengganti satu atau lebih gugus hidroksil dengan gugus aktif -OH. Polifenol pada tumbuhan disintesis melalui jalur sikimat dan jalur asam malonate (Suciastuti & Sudjino, 2019). Polifenol memegang peranan penting dalam fungsi fisiologis dan morfologis dalam pertumbuhan tanaman, senyawa ini dapat berperan sebagai phytoalexins, antifeedant, penarik penyerbuk, kontributor pigmentasi tanaman, anti oksidan dan agen pelindung terhadap sinar UV (Proklamasiningsih et al., 2019)

2.3 Pola Tanam

2.3.1 Monokultur

Sistem pertanian monokultur, yaitu sistem pertanian atau pola tanam yang dikembangkan dengan hanya menanam satu jenis tanaman saja pada satu bidang lahan pada satu periode tertentu. Penerapan sistem monokultur terbukti dapat

meningkatkan produksi, sehingga keuntungan bertambah disebabkan pada lahan tersebut tidak terjadi persaingan dengan komoditas tanaman lainnya. Pada sistem monokultur pertumbuhan satu jenis tanaman utama dapat mencapai maksimal, namun sistem ini memiliki risiko gagal panen lebih tinggi, akibatnya petani tidak mendapatkan hasil dari usaha taninya dan berdampak terhadap pendapatan petani. Pertanian monokultur dapat menyebabkan terbentuknya lingkungan pertanian dan sistem pertanian yang tidak mantap (Syarif, 2018).

Kelebihan sistem pertanian monokultur adalah teknis budidayanya relatif mudah dan simpel (lebih sederhana) karena komoditas tanaman yang ditanam dan dipelihara hanya satu jenis tanaman saja. Namun demikian, sistem pertanian monokultur memiliki kelemahan yakni tanaman relatif mudah terserang hama dan penyakit disebabkan sistem tanam dan keseragaman tanaman terus-menerus sepanjang musim tanam sehingga mempercepat berkembangnya organisme pengganggu tanaman (Syarif, 2018).

2.3.2 Agroforestri

Agroforestri adalah cabang ilmu yang berupaya mengenali dan mengembangkan keberadaan sistem agroforestri yang telah dikembangkan petani di daerah beriklim tropis maupun beriklim subtropis sejak berabad-abad yang lalu. Agroforestri hadir dari gabungan ilmu kehutanan dengan agronomi, yang memadukan usaha kehutanan dengan pembangunan pedesaan untuk menciptakan keselarasan antara intensifikasi pertanian dan pelestarian hutan. Tanaman kehutanan dengan pertanian dalam satu lahan yang sama disebut pola tanam agroforestry yang berfungsi untuk meningkatkan optimalisasi lahan (Ansori et al., 2020).

Dari sudut filosofinya agroforestry adalah suatu penerapan yang tetap memperhatikan dan mempertahankan ekosistem dan lingkungannya. Agroforestry adalah sistem penggunaan lahan untuk daerah-daerah pedesaan dengan usaha tani dimana dasar pemikiran dari sistem agroforestry berdasarkan faktor biologis dan faktor sosial ekonomi. Faktor biologis yaitu semua keuntungan yang berkaitan dengan sudut kehutanan seperti pohon terhadap tanah dan lingkungan seperti siklus hara yang efisien, pengendalian erosi, dan perbaikan sifat kondisi tanah menjadi

lebih baik. Berdasarkan faktor sosial ekonomi yaitu lebih kepada memperkuat nilai potensi agroforestry itu sendiri, dikarenakan petani yang ada di Indonesia lebih menggantungkan hidupnya terhadap pemanfaatan dan pengelolaan lahan yang ada, sehingga petani dengan menerapkan sistem agroforestry dapat mengurangi terjadinya suatu bencana seperti pembalakan liar, penggundulan hutan serta dapat menyebabkan turunnya kesuburan tanah dan banjir (Della, 2021).