

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Landasan Teori

#### 1. Lahan Gambut dan Karakteristiknya

Gambut berasal dari sisa-sisa tanaman yang terdekomposisi dan terbentuk di suatu tempat yang bagian dasarnya jenuh atau dekat dengan permukaan. Kondisi yang paling dominan dalam pembentukan gambut yaitu pada kondisi anaerob atau pada kondisi tergenang air (Agus, *et al.*, 2011). Proses pembentukan gambut terjadi pada saat deposisi karbon melebihi laju kehilangan karbon akibat dekomposisi dan drainase. Hal ini terjadi karena kondisi anaerobik yang terdapat dalam gambut.

Secara global luas lahan gambut tropis sebesar 24,8 juta ha dan hampir sebagian besar lahan gambut tropis berada di Asia Tenggara sebesar 56%, terluas berada di Indonesia dan Malaysia. Rata-rata ketebalan gambut yang terdapat pada kedua negara tersebut lebih dari 5 meter dan berisikan 77% dari keseluruhan karbon yang berada di lahan gambut tropis. Indonesia merupakan penyimpan karbon terbesar pada lahan gambut tropis sebesar 57,4 Gt atau 65% dari keseluruhan karbon pada lahan gambut tropis di dunia (dengan *bulk density* pada  $0,009 \text{ g cm}^{-3}$  dan konsentrasi karbon pada 56%). Gambut Indonesia diperkirakan mempunyai volume  $1.138 \text{ G m}^3$ , setara dengan 70% volume gambut tropis secara global (Page, *et al.*, 2011). Karakteristik kimia tanah gambut Kalimantan Barat menunjukkan pH masam, Eh tinggi, *Loss On Ignition* (LOI) tinggi dan kadar abu rendah. Tingkat kemasaman gambut Kalimantan Barat berkisar 3,22-3,87 (Rumbang dan Nyahu, 2015).

Berdasarkan taksonomi tanah, gambut diklasifikasikan menjadi tiga sub-orde berdasarkan tingkatan dekomposisinya yaitu fibrik merupakan gambut yang sebagian besar bahan organik belum melapuk dengan bobot isi  $< 0,1 \text{ g cm}^{-3}$ , hemik merupakan bahan organik yang sebagian telah melapuk dengan bobot isi  $0,1-0,2 \text{ g cm}^{-3}$  dan saprik yang hampir seluruh bahan organik telah melapuk dengan bobot isi  $> 0,2 \text{ g cm}^{-3}$ . Wahyunto *et al.* (2012) mengklasifikan tanah gambut berdasarkan kualitas kesuburan perairan yang dibagi menjadi tiga macam, yaitu gambut eutrofik, mesotrofik dan oligotrofik. Gambut eutrofik terdiri dari gambut topogen yaitu gambut yang terbentuk di daerah pedalaman daratan pantai atau dapat juga di

daerah dataran pasang surut, sehingga gambut ini lebih subur. Gambut topogen dicirikan oleh akumulasi bahan organik yang tidak terlalu tebal, yaitu berkisar antara 0,5 – 2 m, dan biasanya dijumpai pada *landform* dataran gambut atau pada sisi kubah gambut. Gambut mesotrofik dan oligotrofik terdiri dari gambut ombrogen yang terbentuk dari tumpukan bahan yang tidak dipengaruhi oleh luapan air sungai dan biasanya membentuk kubah gambut (*dome*), serta memiliki ketebalan > 2 m.

Lahan gambut mempunyai kemampuan menyimpan karbon dalam jumlah besar. Gambut juga mempunyai daya menahan air yang tinggi sehingga berfungsi sebagai penyangga hidrologi areal sekelilingnya. Konversi lahan gambut akan mengganggu semua fungsi ekosistem lahan gambut tersebut. Lahan gambut yang terdapat di hutan alami berfungsi sebagai penambat (*sequester*) karbon sehingga berkontribusi dalam mengurangi gas rumah kaca di atmosfer, walaupun proses penambatan berjalan sangat pelan setinggi 0 – 3 mm gambut per tahun atau setara dengan penambatan 0 – 5,4 ton CO<sub>2</sub> ha/tahun (Parish, *et al.*, 2007).

Tanah gambut yang dikonversi menjadi lahan pertanian, mengalami perubahan nilai *bulk density* menjadi lebih tinggi pada lapisan di atas hingga 1 m. Pemadatan tanah tersebut tidak mengindikasikan nilai yang jauh lebih rendah secara permanen pada gambut bagian bawah yang masih tergenang air.

Tanah gambut terdiri dari dua lapisan yang dikenal dengan *acrotelm* dan *catotelm*. Lapisan *acrotelm* gambut berada di atas permukaan air gambut dan bersifat aerobik sehingga pada lapisan ini bahan organik akan lebih cepat terurai bila dibandingkan dengan lapisan *catotelm*. ketebalan lapisan *acrotelm* ini terbatas pada kedalaman respirasi aerobik yang dapat terjadi (Adji, *et al.*, 2017). Lebih lanjut *acrotelm* kaya akan bakteri aerob pembentuk gambut. Populasi mikroba aerob pada tanah lapisan atas lebih banyak dari pada lapisan dibawahnya karena kondisinya lebih menguntungkan bagi mikroba aero (Pratiwi, *et al.*, 2018). lapisan ini juga membatasi ketebalan yang dapat ditumbuhi vegetasi (Susandi, 2015; Adji, *et al.*, 2017). Lapisan *catotelm* adalah lapisan yang berada di bawah muka air gambut dan bersifat anaerobik. Aktivitas mikroba dan dekomposisi pada lapisan ini sangat lambat serta memiliki kandungan air yang konstan dan permeabilitas yang buruk (Adji, *et al.*, 2017).

## 2. Serasah Tanaman Serasah

Serasah mempunyai peranan penting bagi tanah dan mikroorganisme karena merupakan satu diantara sumber unsur hara bagi tanah. Serasah yang berada pada permukaan tanah mengalami penguraian atau proses dekomposisi. Proses dekomposisi serasah menjadi senyawa organik sederhana dan menghasilkan hara, sehingga dapat langsung dimanfaatkan oleh tanaman. Peran serasah dalam proses penyuburan tanah dan tanaman sangat tergantung pada persentase produksi dan persentase dekomposisinya (Mayasari, 2016). Selain itu komposisi serasah akan sangat menentukan dalam penambahan hara ke tanah dan dalam menciptakan substrat yang baik bagi organisme pengurai (Aprianis, 2011).

Serasah dari pepohonan dan tanaman seperti dedaunan dan ranting, memiliki komposisi selulosa sebesar 45%, hemiselulosa mencapai 20-30% dan sisanya adalah lignin. Lignin merupakan polimer dengan struktur aromatik yang terbentuk melalui unit-unit fenilpropana yang berhubungan bersama oleh beberapa jenis ikatan yang berbeda, lignin sulit terdegradasi karena strukturnya yang kompleks dan heterogen yang berikatan dengan selulosa dan hemiselulosa dalam jaringan tanaman (Hanum, *et al.*, 2014).

### a. Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq)

Pelepah daun sawit merupakan hasil ikutan yang diperoleh pada saat dilakukan pemanenan tandan buah segar. Pada saat pemanenan buah segar, 1-2 helai pelepah daun sawit di potong dengan tujuan memperlancar penyerbukan dan mempermudah pemanenan berikutnya. Setiap pohon kelapa sawit dapat menghasilkan 22-26 pelepah/tahun dengan rata-rata berat pelepah 4-6 kg/pelepah, bahkan produksi pelepah dapat mencapai 40-50 pelepah/pohon/tahun dengan berat sebesar 4,5 kg/pelepah (Prasetio, 2018). Kelapa sawit merupakan tanaman monokotil yang termasuk dalam *family Areaceae* (Hartanto, 2011). Kandungan zat-zat nutrisi pelepah dan daun kelapa sawit adalah bahan kering 48,78 %, protein kasar 5,3 %, hemiselulosa 0,6 %, selulosa 27,95, serat kasar 31,09 %, abu 4,48 %, lignin 16,9 % dan silika 0,6 %, kandungan pelepah daun yang keras menyebabkan waktu yang sedikit lama untuk terdekomposisi (Imasya, 2007).



Gambar 1. Dokumentasi Tanaman Kelapa Sawit  
(*Elaeis guineensis* Jacq)

**b. Jampang (*Melicope lunu-ankenda*)**

Tanaman jampang dengan nama latin *Melicope lunu-ankenda* merupakan tanaman pioneer yang kerap kali ditemukan pada lahan rawa dan rawa gambut (Randi *et al.*, 2014; Dwisutono *et al.*, 2019), tanaman jenis ini merupakan satu diantara jenis tanaman yang termasuk dalam *family Rutaceae* (Randi *et al.*, 2014). Tanaman ini memiliki morfologi daun majemuk dan helaian daun simetris (Handayani *et al.*, 2017). Tanaman ini mengandung lignin 27,1 % dan holoselulosa 75,2 % (Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, 2013). Lignin merupakan satu diantara komponen yang paling lambat terdekomposisi pada vegetasi yang telah mati (Salim dan Pratiwi, 2015). Persentase dekomposisi serasah daun pada ekosistem hutan sangat dipengaruhi oleh konsentrasi lignin dibanding dengan senyawa kimia lainnya (Rahman *et al.*, 2013).



Gambar 2. Dokumentasi Tanaman Jampang  
(*Melicope lunu-ankenda*)

c. Mahang (*Macaranga pruinosa*)



Gambar 3. Dokumentasi Tanaman Mahang (*Macaranga pruinosa*)

Mahang tersebar di daerah dataran tropis Afrika dan Madagaskar, sisanya tersebar di daratan tropis diantaranya Asia dari India hingga Indocina, Cina, Taiwan, Pulau Ryukyu, Thailand, Malaysia, Australia Utara dan Pasifik. *Diversity* terbesar berada di Malaysia dimana ada sekitar 160 spesies ditemukan, dengan beberapa jenis endemik di Borneo dan Papua Nugini (Sosef, *et al.*, 1998).

Mahang merupakan satu diantara jenis tanaman yang termasuk dalam *family Euphorbiaceae* (Aprianis dan Rahmayanti, 2009). Mahang memiliki ciri-ciri tumbuhan yang selalu hijau sepanjang tahun, *dioecious*, tinggi tumbuhan dapat mencapai 30 m, memiliki batang lurus, diameter berkisar 50-70 cm, kulit batang yang agak kasar dengan lentisel, mudah mengelupas berwarna abu-abu atau kemerahan, kulit bagian dalam berwarna coklat kemerahan, memiliki getah berwarna merah kecoklatan, daun tersusun spiral, pertulangan daun menjari, tangkai daun panjang, stipula besar. Bunga kecil, pendek. Bunga jantan dengan 3-5 kaliks. Buah berkayu, dilindungi kapsul, halus. Memecah menjadi 2 valva. Biji hitam. Perkecambahan secara epigeal. *Macaranga* memiliki umur hidup yang singkat berkisar antara 15-20 tahun. Tanaman mahang merupakan tanaman pionir yang dapat tumbuh pada lahan yang telah terjadi kerusakan. Mahang memiliki banyak jenis satu diantaranya adalah *Macaranga pruinosa*. Daun mahang mengandung zat-zat aktif satu diantaranya adalah flavonoid yang merupakan senyawa fenol (Rosawanti *et al.*, 2018).

### 3. Dekomposisi Serasah

Dekomposisi merupakan proses kompleks yang melibatkan berbagai faktor. Dekomposisi didefinisikan sebagai proses penguraian atau penghancuran bahan organik mati baik secara fisika maupun kimiawi. Menurut Devianti dan Tjahjaningrum (2017), dekomposisi serasah adalah proses penting dalam dinamika hara untuk memberikan nutrisi pada tanaman. Serasah merupakan bagian tanaman yang telah gugur berupa daun, ranting dan bagian tanaman lainnya (Rahhutami, *et al.*, 2018). Serasah yang jatuh pada permukaan tanah akan mengalami perombakan atau penguraian diubah menjadi senyawa organik sederhana menghasilkan unsur hara yang dapat dimanfaatkan tanaman.

Dekomposisi dapat terjadi bila ada bahan seperti serasah pada permukaan tanah, satu diantaranya pada lahan gambut. Menurut Anggrini *et al.* (2012), dekomposisi serasah daun karet pada lahan gambut lebih cepat berlangsung pada tahap awal yaitu sebesar 1,16%/hari dan dekomposisi ini akan terus menurun hingga hari ke 180 dengan kecepatan dekomposisi hanya 0,32%/hari.

Proses dekomposisi serasah dimulai dari penghancuran bahan organik mati oleh antropoda menjadi partikel-partikel kecil. Kemudian proses selanjutnya dilakukan oleh mikroorganisme baik bakteri atau fungi sebagai dekomposer dan dibantu oleh enzim yang dapat menguraikan bahan organik menjadi senyawa organik seperti protein, karbohidrat, dan lain-lain. Proses dekomposisi dipengaruhi oleh bahan organik tanaman, mikroorganisme sebagai dekomposer dan lingkungan. Percepatan proses dekomposisi dapat dinilai dengan persentase dekomposisi serasah. Persentase dekomposisi dapat ditentukan dengan penurunan serasah setelah terdekomposisi dalam kurun waktu tertentu. Beberapa faktor yang mempengaruhi proses dekomposisi diantaranya adalah (Devianti, *et al.*, 2017):

#### 1. Bahan organik tanaman

Ukuran dan kandungan pada bahan organik dapat mempengaruhi persentase dekomposisi. Serasah yang memiliki ukuran partikel lebih kecil akan cepat terdekomposisi. Sama halnya dengan serasah yang memiliki nilai rasio C/N yang tinggi lebih susah terdekomposisi dibanding bahan serasah yang memiliki nilai C/N yang rendah (Siagian *et al.*, 2021). Selain itu kandungan

kimia seperti selulosa, lignin dan karbohidrat mempengaruhi secara nyata persentase dekomposisi serasah daun (Devianti *et al.*, 2017).

## 2. Mikroorganisme

Proses dekomposisi yang terjadi pada serasah tanaman tidak terlepas dari peran mikroorganisme sebagai dekomposer yang hidup di dalamnya. Mikroorganisme dekomposer tersebut memanfaatkan senyawa penyusun serat serasah tanaman seperti selulosa, hemiselulosa, lignin dan senyawa lainnya untuk metabolisme tubuhnya (Prativi, 2018). Aktivitas mikroorganisme dibatasi oleh adanya kandungan fenol dan tanin dalam jaringan tanaman. Menurut Robinson (1995), menyebutkan bahwa senyawa fenol dan tanin mempunyai aktivitas antibakteri.

## 3. Kelembapan tanah

Sebagai agen dekomposer keberadaan mikroba dipengaruhi oleh kelembapan lingkungan. Kisaran kelembapan yang ideal antara 40-60%. Semakin besar populasi mikroba maka proses dekomposisi bahan organik semakin cepat.

## 4. Suhu tanah

Keadaan suhu sangat mempengaruhi aktivitas mikroba pada proses dekomposisi. Mikroba akan aktif, jika suhu berkisar 40-55°C. Aktivitas mikroba sebagai pengurai akan mempercepat persentase dekomposisi pada serasah tanaman.

## 5. Derajat kemasaman tanah (pH tanah)

Derajat kemasaman tanah (pH tanah) yang terlalu tinggi, unsur N akan berubah menjadi  $\text{NH}_3$  yang dapat menimbulkan bau, sedangkan pH yang < 5 mengganggu aktivitas mikroba, ada sebagian mikroba mati sehingga dapat memperlambat proses dekomposisi.

Proses dekomposisi merupakan proses yang dinamis dan sangat dipengaruhi oleh keberadaan dekomposer baik jumlah maupun diversitasnya. Persentase dekomposisi serasah dipengaruhi oleh pH, iklim (curah hujan, temperatur, kelembapan), komposisi kimia dari serasah, porositas dan pengolahan tanah dan mikroorganisme tanah (Raharjo, 2006). Lebih lanjut, persentase dekomposisi serasah juga dipengaruhi oleh beberapa faktor

diantaranya meliputi: jumlah serasah, jenis vegetasi, morfologi daun dan ukuran serasah (Moro, *et al.*, 2016).

Terdapat tiga tahap proses dekomposisi serasah yaitu (Mason, 1977; Wijoyono, 2009):

- 1) Proses pelindian (*leaching*), yaitu mekanisme hilangnya bahan-bahan yang terdapat pada serasah atau detritus akibat curah hujan atau aliran air.
- 2) Penghawaan (*weathering*), merupakan mekanisme oleh faktor-faktor fisik seperti pengikisan oleh angin atau pergerakan molekul air.
- 3) Aktivitas biologi yang menghasilkan pecahan-pecahan organik oleh makhluk yang melakukan dekomposisi.

Proses dekomposisi dimulai dari proses penghancuran atau pemecahan struktur fisik yang dilakukan oleh mikroorganisme terhadap jaringan tumbuhan dan menyisakan sebagai bahan organik mati menjadi serasah, debris atau detritus dengan ukuran yang lebih kecil (Saibi dan Tolangara, 2017). Pada proses dekomposisi, semua faktor fisik, kimia maupun biologi saling berinteraksi satu sama lain (Hanum, *et al.*, 2014). Secara biologi dalam proses dekomposisi, bakteri mengeluarkan enzim protease, selulase, ligninase yang digunakan untuk menghancurkan molekul-molekul organik kompleks seperti protein dan karbohidrat dari tumbuhan yang telah mati (Saibi dan Tolangara, 2017). Lebih lanjut proses dekomposisi juga dipengaruhi oleh kandungan senyawa yang terkandung pada jaringan serasah tanaman.

#### **4. Kadar Fenol**

Senyawa fenol sangat beragam (beberapa ribu telah didefinisikan) dan terjadi secara universal pada tumbuhan (Lattanzio *et al.*, 2012). Senyawa fenol sangat bervariasi pada tumbuhan vaskular dimana fenol membentuk komponen struktural (lignin), berfungsi dalam pertahanan tumbuhan terhadap patogen herbivora dan mikroba (misalnya tanin dan flavonoid), melindungi dari radiasi UV (fenilpropanoid) dan memberi warna (misalnya antosianin) (Lattanzio *et al.*, 2012; Costabel *et al.*, 2014). Komposisi dan distribusinya pada tumbuhan bervariasi diberbagai bagian tumbuhan, pada usia yang berbeda, dan dalam menanggapi kondisi lingkungan (Romani *et al.*, 2014).

Komposisi dan kelimpahan fenol dalam tanaman bervariasi secara musiman dan secara spasial, tergantung kondisi lingkungan dan struktur tanaman yang berbeda, misal tanaman biasanya lebih tinggi fenol saat dewasa daripada yang belum dewasa (Lattanzio *et al.*, 2012). Kadar senyawa fenol yang tinggi pada tanaman hutan gambut dapat dikaitkan dengan kondisi ekstrim, nutrisi rendah dan genangan air dari hutan gambut karena berinvestasi dalam produksi fenolat ( seperti daun yang keras dan kasar) untuk pertahanan faktor-faktor seperti herbivora, mikroba patogen dan sinar UV untuk mempertahankan daun yang ada selama mungkin daripada menginvestasikan sumber daya untuk pertumbuhan daun atau tanaman baru (Coley *et al.*, 1985; Yule dan Gomez, 2009; Cheynier *et al.*, 2013; Lim *et al.*, 2014). Senyawa fenol juga disebut metabolik sekunder karena tidak terlibat langsung dalam pertumbuhan, perkembangan, atau reproduksi dan konsentrasinya akan bervariasi tergantung pada kebutuhan tanaman untuk pertahanan dan kapasitas untuk menghasilkan senyawa tersebut.

Senyawa fenol dapat mengikat protein tanah dan eksoenzim dan juga menghambat respirasi dan nitrifikasi jamur (Constabel *et al.*, 2014). Akibatnya air tanah gambut menghambat pertumbuhan mikroba sehingga dekomposisi di hutan gambut tropis sangat terhambat ditambah lagi dihambat oleh kondisi tanaman hutan gambut yang keras, beracun dan kaya fenol, dan oksigen yang rendah mengakibatkan laju dekomposisi serasah daun secara eksponensial dari 0,0005 hingga 0,0040  $-1$  hari (Yule dan Gomez, 2009; Ong *et al.*, 2015). Berbeda halnya dengan laju dekomposisi serasah daun di hutan hujan tropis yang sangat cepat oleh mikroba dan invertebrata (tingkat dekomposisi serasah daun secepat 0,30 hari  $-1$ ) (Bothwell *et al.*, 2014). Menurut Yule dan Gomez (2009) bahwa persentase dekomposisi yang lambat pada serasah hutan gambut diakibatkan oleh ketangguhan dan senyawa fenolik beracun.

## **5. Kadar Tanin**

Tanin merupakan golongan senyawa aktif tumbuhan yang memiliki aktivitas antibakteri. Tanin adalah zat organik yang sangat kompleks yang terdiri dari senyawa fenolik yang terdapat pada bermacam-macam tumbuhan (Amelia, 2015). Tanin merupakan komponen zat organik yang sangat kompleks, terdiri dari senyawa fenolik yang sukar dipisahkan dan sukar mengkristal, pengendapkan protein dari larutannya dan bersenyawa dengan protein tersebut (Desmiaty *et al.*, 2008). Pada tumbuhan

umumnya, tanin tersebar diseluruh jaringan tanaman. Tanin memiliki fungsi sebagai senyawa pertahanan yang melindungi tanaman terhadap hama dan tekanan abiotik lainnya, seperti kekeringan, panas, dan radiasi UV yang tinggi. Menurut Riskha dan Sharma (2012), adanya senyawa tanin yang terkandung dalam ekstrak daun jambu dapat menghambat aktivitas pertumbuhan antimikrobia terhadap mikroorganisme.

## **B. Kerangka Konsep**

Lahan gambut adalah sebuah ekosistem, dalam ekosistem terdapat komponen biotik dan abiotik yang saling berinteraksi. Interaksi yang berlangsung satu diantaranya yakni proses dekomposisi. Proses dekomposisi dapat terjadi pada bahan organik yang tersedia dalam ekosistem. Ekosistem gambut terdapat berbagai jenis vegetasi diantaranya kelapa sawit yang merupakan bentuk alih fungsi lahan gambut alami menjadi perkebunan. Tanaman mahang dan jampang yang merupakan jenis vegetasi alami pada lahan gambut. Berbagai jenis vegetasi ini merupakan sumber bahan organik satu diantaranya adalah serasah daun. Serasah daun pada permukaan tanah lama-kelamaan dapat terurai dan terdekomposisi menjadi senyawa-senyawa sederhana. Sisa-sisa dekomposisi serasah ditentukan dengan persentase dekomposisi serasah. Persentase dekomposisi serasah didasarkan pada penurunan berat kering serasah setelah lama waktu dekomposisi.

## **C. Hipotesis**

Diduga terdapat perbedaan persentase dekomposisi pada tiga jenis serasah kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq), mahang (*Macaranga pruinosa*) dan jampang (*Melicope lunu-ankenda*) di lahan gambut, dan dekomposisi serasah tersebut berhubungan dengan kadar air, tanin dan fenol.