

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Lahan Gambut

Lahan gambut merupakan lahan yang terbentuk dari hasil akumulasi timbunan bahan organik dalam jangka waktu yang lama. Bahan organik tersebut berasal dari pelapukan vegetasi yang tumbuh di sekitarnya, seperti 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). Berdasarkan Taksonomi Tanah, gambut merupakan tanah yang termasuk ke ordo Histosols, dan terbentuk dari bahan organik dengan kedalaman >40 cm (Soil Survey Staff, 2010). Gambut juga merupakan bahan berwarna hitam kecoklatan yang terbentuk dalam kondisi asam, dan kondisi anaerobik lahan basah.

Lahan gambut di daerah tropis seperti Indonesia terbentuk karena laju penumpukkan bahan organik yang berasal dari tumbuhan lebih besar daripada laju dekomposisinya. Tumpukan bahan organik tersebut terendam air sehingga berada dalam kondisi kekurangan oksigen (anaerob). Kondisi inilah yang menghambat terjadinya proses dekomposisi. Bukti-bukti yang mengindikasikan lambatnya proses dekomposisi bahan organik pada lahan gambut adalah masih dapat ditemukannya bahan organik dalam bentuk seperti aslinya seperti batang, cabang, dan akar-akar besar (Murdiyarso *et al.*, 2004 *dalam* Balitbangtan 2014). Indonesia memiliki luas lahan gambut sebesar 14,9 juta hektar, meliputi sekitar 50% gambut tropis dunia sehingga gambut Indonesia memegang peranan penting bagi dunia.

Tanah gambut merupakan ekosistem yang memiliki fungsi strategis diantaranya yaitu fungsi hidrologis, seperti penambat karbon dan biodiversitas (Ratmini, 2012). Proses pembentukan gambut terjadi pada saat deposisi karbon melebihi laju kehilangan karbon akibat dekomposisi dan drainase. Hal ini terjadi karena kondisi anaerobik yang terdapat pada gambut. Tanah gambut juga dikenal sebagai penyimpan karbon global terbesar dan

secara signifikan merupakan kontributor terhadap fluks karbon (Melling dan Henson, 2011). Gambut yang merupakan tanah dengan kandungan karbon organik yang tinggi yaitu sekitar 50-60% (Anshari *et al.*, 2010). Namun pada kenyataannya menurut Andriessse (1992) Gambut adalah tanah organik (organic soils), tapi tidak berarti tanah organik adalah tanah gambut.

Pada saat ini sebagian besar lahan gambut masih berupa tutupan hutan dan menjadi habitat bagi berbagai spesies fauna dan tanaman langka. Lebih penting lagi, lahan gambut menyimpan karbon (C) dalam jumlah besar. Tanah gambut yang kaya organik adalah penyerap karbon (C) utama dunia (Limpens *et al.*, 2008) yang terbentuk karena keterbatasan pembusukan tumbuhan yang ditemukan di lahan gambut, ditambah dengan kondisi anoksik yang diciptakan oleh permukaan air yang tinggi memperlambat pembusukan (Van Breemen, 1995; Billett *et al.*, 2010). Hutan dominan memiliki kandungan C-organik lebih tinggi dibandingkan dengan hutan yang telah dikonversi menjadi perkebunan monokultur. Hal ini terjadi karena kualitas substrat yang terurai lebih rendah, sehingga laju respirasi juga rendah (Oksana *et al.*, 2012). Cadangan karbon tanah gambut dipengaruhi oleh tingkat kedalaman, kematangan dan bahan organik gambut. Kedalaman gambut merupakan indikator cadangan karbon, semakin tinggi tingkat kedalaman gambut semakin tinggi kandungan karbon yang terdapat didalamnya.

Gambut juga mempunyai daya menahan air yang tinggi sehingga berfungsi sebagai penyangga hidrologi areal sekelilingnya. Sedangkan perbedaan jenis material dasar pada fase solid tanah gambut dengan tanah lempung menyebabkan kedua jenis tanah ini memiliki karakteristik sifat fisik, kimia, biologi, maupun teknis yang sangat berbeda. Karakteristik umum dari tanah gambut yaitu mempunyai kadar air cukup tinggi, kompresibilitas rendah dan daya dukung rendah (Harsono, 2011). Karakteristik yang umum lainnya yaitu seperti memiliki kandungan bahan organik yang tinggi, pH yang rendah, Nilai KTK (Kapasitas Tukar Kation) yang tinggi dan nilai KB (Kejenuhan Basa) yang rendah, hal ini berakibat pada tanah gambut itu sendiri menjadi miskin unsur hara dan kurang subur untuk pertumbuhan tanaman.

Tanah gambut terbentuk dari timbunan bahan organik, sehingga kandungan karbon pada tanah gambut sangat besar. Fraksi organik tanah gambut di Indonesia lebih dari 95%, kurang dari 5% sisanya adalah fraksi anorganik. Fraksi organik terdiri atas senyawa-senyawa humat sekitar 10 hingga 20%, sebagian besar terdiri atas senyawa-senyawa non-humat yang meliputi senyawa lignin, selulosa, hemiselulosa, lilin, tanin, resin, suberin, dan sejumlah kecil protein. Sedangkan senyawa-senyawa humat terdiri atas asam humat, himatomelanat dan humin (Stevenson, 1994). Karakteristik kimia tanah gambut di Indonesia sangat beragam dan ditentukan oleh kandungan mineral, kedalaman, jenis tanaman penyusun gambut, jenis mineral pada substratum (di dasar gambut), dan tingkat dekomposisi gambut. Polak (1975) mengemukakan bahwa gambut yang ada di Sumatera dan Kalimantan umumnya didominasi oleh bahan kayu-kayuan. Oleh karena itu komposisi bahan organiknya sebagian besar adalah lignin yang umumnya melebihi 60% dari bahan kering, sedangkan kandungan komponen lainnya seperti selulosa, hemiselulosa, dan protein.

Wahyunto *et al.*, (2012) mengklasifikasikan tanah gambut berdasarkan kualitas kesuburan perairan yang dibagi menjadi tiga macam, yaitu gambut eutrofik yang terdiri dari gambut topogen berupa gambut yang terbentuk di daerah pedalaman daratan pantai atau dapat juga di daerah dataran pasang surut, diketahui gambut ini juga lebih subur karena kedalaman bahan organik hanya sekitar 0,5-2 m. Sedangkan 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 kedalaman >2 m. Menurut taksonomi tanah, gambut dapat diklasifikasikan menjadi tiga sub-ordo yaitu berdasarkan tingkatan dekomposisinya yaitu fibrik, yang sebagian besar bahan organik belum melapuk dengan bobot isi < 0,1 g cm⁻³, hemik merupakan bahan organik yang sebagian telah melapuk dengan bobot isi 0,1-0,2 g cm⁻³ dan saprik yang hampir seluruh bahan organik telah melapuk dengan bobot isi > 0,2 g cm⁻³.

Tanah gambut yang kaya organik adalah penyerap karbon (C) utama dunia (Limpens *et al.*, 2008) yang terbentuk karena keterbatasan pembusukan tumbuhan yang ditemukan di lahan gambut, ditambah dengan kondisi anoksik yang diciptakan oleh permukaan air yang tinggi memperlambat pembusukan (Van Breemen, 1995; Billett *et al.*, 2010). Hutan dominan memiliki kandungan C-organik lebih tinggi dibandingkan dengan hutan yang telah dikonversi menjadi perkebunan monokultur. Hal ini terjadi karena kualitas substrat yang terurai lebih rendah, sehingga laju respirasi juga rendah (Oksana *et al.*, 2012). Cadangan karbon tanah gambut dipengaruhi oleh tingkat kedalaman, kematangan dan bahan organik gambut. Kedalaman gambut merupakan indikator cadangan karbon, semakin tinggi tingkat kedalaman gambut semakin tinggi kandungan karbon yang terdapat didalamnya.

2. Acrotelm, Mesotelm dan Catotelm Pada Gambut

Tanah gambut dapat dibedakan dalam tiga lapisan yang berbeda. Ahli hidrologi gambut membagi lapisan gambut menjadi lapisan atas aerobik (acrotelm), lapisan bawah air yang tergenang dan dipadatkan (catotelm) berdasarkan fluktuasi musiman atau tahunan muka air tanah dan lapisan transisi atau lapisan peralihan (mesotelm). Pada kondisi asli di lapangan, tanah gambut memiliki lapisan yang kondisinya aerob maupun anaerob. Kondisi aerob yaitu pada saat proses dekomposisi terjadi lebih cepat dibandingkan kondisi anaerob. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa perbedaan ketersediaan oksigen pada setiap kedalaman gambut akan menghasilkan derajat dekomposisi yang berbeda pula.

Acrotelm adalah lapisan tanah gambut zona aktif terletak di atas permukaan air tanah, yang sebagian besar bahan organik atau tumbuhan mengalami pembusukan. Acrotelm dipengaruhi oleh fluktuasi muka air tanah, memiliki konduktivitas hidrolis yang tinggi, dan mikroba aerobik pembentuk gambut yang melimpah. Pada lapisan ini laju peluruhan organik umumnya lebih tinggi daripada di lapisan bawah. Ini memiliki permeabilitas tinggi terhadap air di dekat permukaan, tapi menjadi lebih kedap dengan kedalaman karena gambut menjadi lebih tergenang dan terurai (dibasahi).

Pergerakan dan fluktuasi air berarti bahwa kondisi di lapisan acrotelm pada umumnya tetap bersifat aerobik dan di sini terdapat kegiatan mikroba paling kuat. Sifat-sifat ini berarti bahwa acrotelm sangat penting untuk perkembangan dan fungsi normal dari rawa yang menonjol. 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). Dan lapisan ini juga membatasi kedalaman yang dapat ditumbuhi vegetasi (Susandi, 2015; Adji, *et al.*, 2017).

Catotelm yaitu lapisan gambut yang terendam atau berada di bawah permukaan air tanah, dan termasuk dalam kondisi anaerob. Lapisan catotelm secara permanen berada di bawah muka air tanah, yang memiliki konduktivitas hidrolis rendah, tanpa mikroba aerob, dan didominasi oleh mikroba anaerobik. Batas di antara keduanya tidak ditentukan secara tepat, tetapi seringkali kira-kira setara dengan kedalaman muka air tanah, karena muka air tanah adalah penentu utama apakah kondisi aerobik atau anaerobik berlaku. Lapisan bawah di bawah acrotelm yang memiliki tingkat peluruhan lebih rendah. Lapisan ini sangat tebal dan berisi sebagian besar gambut dimana batang tanaman individu telah runtuh di bawah berat vegetasi di atas mereka untuk menghasilkan massa amorf berwarna coklat. Sebaliknya dengan acrotelm, gambut catotelm biasanya digabungkan dengan baik dan sering kali sangat membasahi dan jenuh secara permanen. Pergerakan air melalui gambut amorf ini sangat lambat, biasanya kurang dari satu meter sehari. Di sinilah sebagian besar air hujan dan karbon disimpan. Aktivitas mikroba dan dekomposisi pada lapisan ini sangat lambat serta memiliki kandungan air yang konstan dan permeabilitas yang buruk (Adji *et al.*, 2017).

Batas antara kedua lapisan acrotelm dan catotelm ini didefinisikan sebagai tingkat terendah dari permukaan air tanah. Rawa gambut utuh benar-benar jenuh dengan air sepanjang tahun. Tingkat air akan turun di bawah permukaan gambut selama periode kering, namun selama periode basah, gambut menjadi jenuh dan air akan mudah mengalir dan mencapai sungai dengan cepat. Sehingga lapisan mesotelm didefinisikan sebagai lapisan yang

terletak di antara acrotelm dan catotelm. Dimana Level muka air tanah dan kandungan oksigen berfluktuasi, mengakibatkan terjadinya pergeseran kondisi aerobik dan anaerobik serta pergeseran proses metabolisme (Asada *et al.*, 2005a; Artz, 2009; Lin *et al.*, 2014). Di lahan gambut terdegradasi, mesotelm meluas dan substrat organik yang telah lama bertahan sebelumnya menjadi terurai (Zedler dan Kercher, 2005). Kondisi yang terjadi pada mesotelium atas masih adanya oksigen yang masuk (aerobik), terang dan hangat. Sedangkan mesotelium bawah mengalami kondisi semiotik, kondisi gelap dan dingin (Artz, 2009; Lin *et al.*, 2014).

3. Fenol dan Tanin di Gambut

Tanah gambut diketahui memiliki kandungan senyawa fenol yang tinggi, karena terbentuk dari hasil dekomposisi bahan lignoselulosa yang terkandung pada tanaman (Masni *et al.*, 2019). Lignin adalah senyawa polifenol yang menumpuk di bawah kondisi gambut yang tergenang air karena sangat tahan terhadap degradasi kecuali oleh jamur aerobik, rayap, dan beberapa bakteri. Lignin tersebut merupakan salah satu komponen utama dalam penyusunan dinding sel kayu, yang kemudian menumpuk di bawah kondisi gambut yang tergenang. Lignin juga merupakan komponen bahan organik yang utama dalam pembentukan asam fenolat. Asam fenolat dari bahan organik terjadi melalui proses biodegradasi lignin. Tanah gambut yang kaya senyawa fenol seperti tanin dapat memberikan warna hitam yang khas pada air gambut. Fenol ini juga merupakan senyawa aromatik yang terdapat di lingkungan sebagai bahan alami maupun artifisial. Penghambatan yang diakibatkan fenol berkontribusi besar pada rendahnya dekomposisi dilahan gambut. Keadaan tersebut dapat membuat gambut menjadi anoksik bagi pertumbuhan mikroba. Enzim fenol oksidase juga memiliki peran penting dalam stabilitas penyimpanan karbon tanah gambut untuk jangka panjang. Fenol oksidase ini adalah salah satu dari beberapa enzim yang mampu mendegradasi bahan fenol seperti lignin.

Krastanov *et al.*, (2013) menyatakan, fenol dan turunannya tidak mudah terurai secara *biodegradable* karena merupakan senyawa beracun bagi kebanyakan mikroorganisme. Menurut (O'Keeffe *et al.*, 1987), fenol bersifat

mematikan pada tanaman jika mengandung berat 1 sampai 3 gram (berat kering) atau sekitar 200 mg/l. Tanaman yang berkontak dengan konsentrasi ini atau lebih besar tidak akan bertahan lebih dari empat hari setelah kontak. Namun, tanaman dapat mengurangi jumlah fenol dalam larutan dan fenol yang diambil tidak akan kembali kelarutan setelah tanaman mati. Akumulasi limbah fenol yang sangat berbahaya bagi kehidupan sehingga perlu penanganan limbah yang tepat. Proses yang dapat digunakan untuk menangani masalah tersebut adalah proses adsorpsi dengan tanah gambut sebagai adsorben. Selain gambut berbagai penelitian telah dilakukan untuk menyerap fenol dengan penyerap yang berbeda-beda. Penggunaan gambut sebagai adsorben pernah diteliti oleh Viraraghavan dan Alvaro (1998), penelitian dengan varian adsorben ini menunjukkan bahwa gambut mampu menyerap fenol lebih baik dibanding dengan abu ringan dan bentonite.

Penggunaan mikroba dan enzim untuk menghilangkan polutan adalah metode yang efektif, aman, dan lebih murah (Karigar & Rao, 2011) dibandingkan dengan teknik fisika kimia. Menurut (Sharma *et al.*, 2018) masing-masing mikroba memiliki adaptasi spesifik di lingkungan yang berbeda tergantung pada jenis polutannya. Beberapa enzim dan metabolit sekunder diproduksi dan disekresikan oleh mikroba untuk menghilangkan polutan. Sehingga senyawa fenol ini juga diketahui menjadi salah satu kunci dalam proses pembentukan gambut. Fenol yang larut dalam air terutama tanin yang larut dari daun tua dan setelah jatuh menciptakan air hutan gambut yang asam dan hitam. Senyawa tersebut dapat mengikat protein tanah dan eksoenzim dan juga menghambat respirasi dan nitrifikasi jamur (Constable *et al.*, 2014).

Tanin merupakan senyawa aktif metabolit sekunder yang diketahui mempunyai beberapa khasiat yaitu sebagai astringen, antidiare, antibakteri dan antioksidan. Tanin merupakan komponen zat organik yang sangat kompleks, terdiri dari senyawa fenol yang sukar dipisahkan dan sukar mengkristal, mengendapkan protein dari larutannya dan bersenyawa dengan protein tersebut (Desmiaty *et al.*, 2008). Tanin dibagi menjadi dua kelompok yaitu tanin terhidrolisis dan tanin terkondensasi. Tanin memiliki peranan

biologis yang kompleks mulai dari pengendap protein hingga pengkhelat logam. Tanin juga dapat berfungsi sebagai antioksidan biologis (Malanggi *et al.*, 2012). Senyawa tanin adalah senyawa astringent yang memiliki rasa pahit dari gugus polifenolnya yang dapat mengikat dan mengendapkan atau menyusutkan protein. Destruksi atau modifikasi tanin selama ini berperan penting dalam pengawet kayu, adsorben logam berat, obat-obatan, antimikroba.

Tanin merupakan senyawa fenol yang larut dalam air dan memiliki berat molekul antara 500 dan 3000 Da (Ismarani, 2012). Tanin memiliki aktivitas sebagai antioksidan. Semakin banyak kandungan tanin maka semakin besar aktivitas antioksidannya karena tanin tersusun dari senyawa polifenol yang memiliki aktivitas penangkap radikal bebas. Aktivitas antioksidan berbanding lurus dengan total fenol, semakin tinggi kandungan fenol dalam suatu bahan semakin tinggi pula aktivitasnya sebagai antioksidan (Kabul dan Putri, 2015). Tanin merupakan yang terdapat dalam tumbuhan dan tersebar luas, memiliki gugus fenol, memiliki rasa sepat dan mempunyai kemampuan menyamak kulit. Tanin terhidrolisis mengandung ikatan ester yang dapat terhidrolisis jika didiamkan dalam asam klorida encer (Robinson, 1991). Tanin biasanya lebih mudah dijumpai di tanah gambut, yaitu hutan gambut tropis. Tanin biasanya tampak jelas bila ada depresi dangkal di permukaan gambut. Seiring dengan turunnya hujan di lahan gambut, tanin terbawa air ke sungai, mengakibatkan warna sungai berubah menjadi gelap. Tanin juga dapat mengubah kadar air dan pH tanah. Tanin yang merupakan senyawa makromolekul dari golongan polifenol yang bersifat polar dapat larut dalam pelarut polar (Fengel and Wegener, 1995).

4. Faktor yang Mempengaruhi Keberadaan Organisme di Gambut

a. Bahan Organik

Bahan organik tanah adalah semua jenis senyawa organik yang terdapat di dalam tanah, termasuk serasah, fraksi bahan organik ringan, biomassa mikroorganisme, bahan organik terlarut di dalam air dan bahan

organik yang stabil atau humus. Menurut Kartasapoetra dan Sutejo (2005) sumber utama bahan organik tanah adalah jaringan tanaman, baik berupa serasah atau sisa-sisa tanaman serta kotoran-kotoran dan bangkai-bangkai hewan. Perbedaan vegetasi juga mempengaruhi komposisi bahan organik di dalam tanah, menurut penelitian (Burchia *et al.*, 2007) perubahan sifat terhadap perubahan tipe vegetasi penutup tanah secara langsung berpengaruh terhadap distribusi bahan organik tanah dan aktivitas mikroorganisme tanah.

b. Kadar Air Tanah

Kadar air tanah adalah kandungan air yang terdapat pada ruang antar partikel-partikel tanah. Tanah yang mempunyai tekstur halus dengan luas permukaan persatuan berat lebih besar mampu menahan air lebih banyak dan lebih kuat dibanding dengan tanah bertekstur kasar karena tanah mempunyai pori-pori yang jauh lebih banyak daripada partikel tanah. Menurut (Hanafiah, 2007) menjelaskan bahwa tanah mempunyai kapasitas yang berbeda-beda untuk menyerap dan mempertahankan kelembabanya tergantung kepada struktur, tekstur dan kandungan bahan organik yang terdapat didalam tanah. Menurut Hardjowigeno (1987) kadar air tanah juga dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti banyaknya curah hujan pada daerah tersebut, keadaan drainase, sistem irigasi, kemampuan tanah dalam menahan air, dan adanya penguapan langsung yang terjadi baik itu melalui tanah maupun oleh tanaman dan tingginya muka air tanah.

c. Derajat Kemasaman Tanah (pH)

Derajat kemasaman tanah dinyatakan dengan nilai pH yang menunjukkan banyaknya konsentrasi ion hidrogen H^+ di dalam tanah. Semakin tinggi kadar ion H^+ di dalam tanah maka semakin tinggi tingkat keasamannya. Pada tanah-tanah yang masam jumlah ion H^+ lebih tinggi dari pada ion OH^- , sedangkan pada alkalis (basa) kandungan OH^- lebih banyak dari H^+ . Bila kandungan H^+ sama dengan OH^- maka tanah bereaksi netral (Hardjowigeno, 1987). Menurut Lay (1994) pada

umumnya bakteri dapat tumbuh dengan baik pada pH sekitar 7 (netral) meskipun dapat tumbuh pada kisaran pH 5-8 sedangkan fungi dapat hidup pada kisaran pH yang luas. Dilanjutkan oleh Hasibuan dan Ritonga (1981) pH tanah mempengaruhi perkembangan mikroorganisme tanah pada kondisi tanah berbeda.

d. Suhu Tanah

Suhu adalah faktor terpenting yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba dan kelangsungan hidupnya. Suhu yang rendah umumnya memperlambat metabolisme seluler, sedangkan suhu yang lebih tinggi meningkatkan tarif kegiatan sel. Suhu juga merupakan faktor lingkungan yang sangat menentukan kehidupan mikroba, pengaruh suhu berhubungan dengan aktivitas enzim. Suhu rendah menyebabkan aktivitas enzim menurun dan jika suhu terlalu tinggi dapat mendenaturasi protein enzim (Wicaksono dan Takdir, 2015).

e. Intensitas Cahaya Matahari

Intensitas cahaya matahari juga berpengaruh terhadap perkembangbiakan organisme, hal ini terjadi karena pada umumnya cahaya yang berasal dari sinar matahari dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri. Bakteri yang terkena cahaya sinar matahari secara langsung dapat rusak dan menghambat pertumbuhan bakteri (Jawetz *et al.*, 2008). Bakteri dapat terbunuh dengan penyinaran sinar ultraviolet (UV) dan sinar-sinar ionisasi.

5. Aktivitas mikroba bakteri pendegradasi fenol

Lahan gambut diketahui menyimpan karbon (C) dalam jumlah yang besar, karbon ini dapat diserap menjadi bahan organik melalui sintesis biomassa tanaman. Karbon yang menumpuk di lingkungan terjadi karena dalam kondisi jenuh air dan didukung karena adanya senyawa fenolik. Oleh karena itu mikroba tanah yang pada dasarnya bekerja mentransfer karbon antar lingkungan untuk memenuhi tujuan mereka yaitu bertahan hidup

melalui reproduksi, memanfaatkan berbagai bentuk karbon organik dan anorganik sebagai sumber karbon dan energi.

Adanya komunitas mikroba cenderung memainkan peran utama dalam mengatur siklus karbon dalam gambut. Mikroba mendegradasi dan termineralisasi bahan organik, efek dari perubahan lingkungan pada mikroba dapat merubah ekosistem karbon dan keseimbangan nutrisi. Kelompok mikroba tertentu ada yang mampu beradaptasi secara genetik dan metabolik terhadap fenol, sehingga mampu bertahan hidup di lingkungan yang tercemar fenol. Komunitas mikroba tersebut menunjukkan sifat metabolisme yang tidak teracuni oleh fenol karena fenol dapat digunakan sebagai sumber karbon bagi pertumbuhannya. Kemampuan penggunaan fenol menyebabkan komunitas mikroba tersebut dijadikan sebagai agen bioremediasi senyawa fenol, baik yang berasal dari limbah industri, rumah sakit maupun dari tanah gambut sehingga mendukung proses biodegradasi lingkungan (Giyatmi, 2003).

Mikroba mampu beradaptasi dengan keberadaan senyawa organik beracun karena menggunakan seluruh rangkaian mekanisme adaptif. Di antara mekanisme adaptif, perubahan dalam komposisi asam lemak membran lipid adalah reaksi bakteri yang paling penting terhadap zat aktif membran (Neumann *et al.*, 2004). Kelebihan penggunaan bakteri dalam proses degradasi fenol yaitu bakteri memiliki kemampuan menyesuaikan diri yang besar terhadap lingkungan, tidak memerlukan tempat yang besar untuk tumbuh, sehingga mudah ditumbuhkan dalam media buatan dan tingkat pembiakannya relatif cepat (Rustamsjah, 2006). Selain itu pula bakteri dapat membentuk komunitas sel yang terstruktur dan saling menempel. Bakteri-bakteri tersebut mampu memproduksi matriks polimer dan mampu melekat pada permukaan biologis maupun benda mati yang disebut biofilm (Varhimo *et al.*, 2011). Pada saat inilah biofilm akan membentuk bakteri yang mampu bertahan hidup di lingkungan ekstrim yang mengandung bahan toksik yang diantaranya adalah fenol.

Sejumlah mikroba yang dapat tumbuh pada senyawa sebagai satu-satunya karbon dan sumber energi. Fenol adalah agen antimikroba yang

terdapat di gambut; banyak mikroba yang rentan terhadap senyawa ini. Namun, ada beberapa mikroorganisme, yang resisten terhadap fenol dan memiliki kemampuan mendegradasi fenol. Beberapa referensi menyebutkan berbagai bakteri yang terlibat dalam biodegradasi fenol, diantaranya yaitu anggota Genus *Achromobacter*, *Alcaligenes*, *Acinetobacter*, *Arthrobacter*, *Azotobacter*, *Flavobacterium*, dan *Nocardia* serta *Bacillus cereus*, *Pseudomonas putida*, *P.aeruginosa*, dan *Brevibacterium fuscum* (Bitton, 2005; Essenberg *et al.*, 2008). Selain itu juga terdapat *Acinetobacter* PD12 (Ying *et al.*, 2007), *Streptococcus epidermis* (Mohite *et al.*, 2010), *Alcaligenes xylosoxidans* subsp. *Nitrifikasi* dan *Citrobacter* sp (Amro dan Soheir, 2007) serta anggota genus *Ralstonia*, *Acinetobacter*, *Microbacterium*, dan *Pseudomonas* (Wang *et al.*, 2007). Bakteri pendegradasi fenol dapat memecah fenol melalui jalur meta maupun ortho. Karakterisasi morfologi bakteri dapat berupa pengamatan makroskopik, Pengamatan makroskopik bakteri dapat dilakukan pada medium *Agar* dalam cawan Petri. Penampakan makroskopik pada medium *Agar* dalam cawan Petri meliputi pigmentasi, bentuk, tepian koloni, dan elevasi.

B. Kerangka Konsep

Gambut terbentuk akibat dari penumpukan material organik alam yang dapat digunakan sebagai adsorben, dengan karakteristik yaitu memiliki kapasitas tukar ion yang cukup tinggi. Dalam proses pembentukan gambut terdapat banyak faktor yang mempengaruhinya seperti iklim, topografi, bahan induk, organisme dan juga waktu. Oleh karena bahan pembentuk utama tanah gambut yaitu bahan organik, maka hal ini mempengaruhi banyak sedikitnya organisme yang dapat tumbuh dan berkembang di dalamnya. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa jenis dan karakteristik gambut juga berbeda-beda menyesuaikan dengan proses pembentukannya.

Bakteri termasuk salah satu yang berperan penting dalam proses pelapukan/degradasi/dekomposisi yang terjadi pada tanah. Diduga salah satu penyebab proses dekomposisi berlangsung lama yaitu karena jumlah mikroba yang mampu mendegradasi fenol di dalam tanah gambut sedikit atau terbatas.

Ekosistem pembentuk gambut, pembusukan bahan tanaman segar secara efektif terjadi di lapisan paling atas, didominasi kondisi aerobik, acrotelm, sementara lebih dalam di bawah, di catotelm, kondisi anoksik yang persisten di bawah permukaan air mendorong pelestarian gambut.

Lahan gambut juga memiliki stratifikasi vertikal dari metabolisme energi mikroba yang diatur oleh ketinggian air. Metabolisme mikroba dalam kondisi fisik yang tidak biasa di lingkungan gambut menyebabkan pelepasan asam humat yang bersumber dari tumbuhan seperti fenol dan organik yang dapat larut dan juga produk-produk gas seperti karbon dioksida dan metana. Senyawa fenol menjadi perhatian khusus karena merupakan senyawa yang menghambat aktivitas mikroba dan dapat menghambat kerja enzim serta fenol dan turunannya yang sulit terurai dapat membentuk substrat pada gambut sehingga dapat menghambat proses dekomposisi dilahan gambut. Sehingga penelitian ini dilakukan untuk mengetahui adanya pengaruh kondisi lapisan acrotelm (0-10 cm dan 10-20 cm) dan catotelm (300-310 cm dan 310-320 cm) terhadap kelimpahan bakteri pendegradasi dan senyawa fenol di gambut. Pengambilan dalam bentuk isolasi dan dianalisis di Laboratorium untuk melihat jumlah koloni bakteri yang mampu mendegradasi senyawa fenol pada lapisan gambut aerobic (acrotelm) dan anaerobic (catotelm).

C. Hipotesis

Diduga terdapat perbedaan jumlah bakteri pendegradasi fenol, total fenol dan total tanin pada lapisan acrotelm kedalaman (0-10 cm dan 10-20 cm) dan catotelm kedalaman (300-310 cm -310-320 cm) pada bagian hulu dan hilir dari sekat kanal hutan rawa gambut Desa Permata, Kecamatan Terentang, Kabupaten Kubu Raya, Provinsi Kalimantan barat.

III. GAMBARAN UMUM LOKASI PENELITIAN