

## II. KERANGKA PEMIKIRAN

### A. Landasan Teori

#### 1. Karakteristik Lahan Pasang Surut

Lahan pasang surut terletak pada topografi datar, sehingga lahan secara bergantian tergenang dan terluapi oleh air dalam waktu tertentu, fenomena ini disebabkan oleh adanya gaya tarik khususnya antara bulan dengan bumi. Lahan pasang surut berada di daerah pesisir pantai, aliran sungai atau lebak yang masih di pengaruhi air pasang surut. Lahan rawa pasang surut termasuk salah satu tipe ekosistem lahan basah. Lahan basah (*wetlands*) mempunyai relung ekosistem sangat luas. Menurut Konvensi Ramsar lingkupan lahan basah meliputi badan air, perairan sungai, rawa, danau, tanggul sungai, pantai, teluk, sawah, waduk, dan irigasi (Puspita, *et al.*, 2005).

Lahan rawa pasang surut potensial dan strategis dikembangkan sebagai lahan pertanian, dapat menjadi sumber pertumbuhan baru produksi (komoditas) pertanian, karena mempunyai beberapa keunggulan antara lain: (1) tersedia cukup luas dan berada dalam satuan-satuan skala hamparan yang cukup luas, (2) ketersediaan air berlebih, (3) topografi rata atau datar, (4) akses ke daerah pengembangan dapat melalui jalur darat dan jalur air sehingga memudahkan jalur distribusi, dan (5) kesesuaian lahan dan agronomi cukup sesuai sampai sangat sesuai. Beragam komoditas berhasil dikembangkan di lahan rawa meliputi tanaman pangan padi dan palawija, hortikultura: sawi, terung, semangka, jeruk, nenas dan perkebunan kelapa, karet, dan kelapa sawit (Susilawati, *et al.*, 2016). Kelemahan lahan pasang surut adalah terdapat pada pengolahan lahan, dikarenakan lahan berair sehingga membutuhkan usaha yang cukup besar dalam pengolahannya, serta komoditi yang cocok untuk di tanam di lahan tersebut juga terbatas.

Di kawasan rawa, terdapat tanah mineral dan tanah gambut. Tanah mineral umumnya termasuk kedalam ordo entisol dan inceptisol, sedangkan tanah gambut masuk kedalam ordo histosol. Untuk memudahkan pengelolaan tanah. Menurut Widjaja-Adhi dan Aliamsyah (1998), dalam menyusun tipologi

lahan pasang surut, rawa dan pantai dapat dibedakan ke dalam 4 tipologi utama, yaitu:

1. Lahan potensial adalah lahan pasang surut yang tanahnya termasuk tanah sulfat masam potensial dengan lapisan pirit berkadar 2% terletak pada kedalaman lebih dari 50 cm dari permukaan tanah.
2. Lahan sulfat masam adalah lahan pasang surut yang tanahnya mempunyai lapisan pirit atau sulfidik berkadar >2% pada kedalaman kurang dari 50 cm. Lahan sulfat masam dibedakan menjadi: lahan sulfat masam potensial, yaitu apabila lapisan piritnya belum teroksidasi dan lahan sulfat masam aktual, yaitu apabila lapisan piritnya sudah teroksidasi dicirikan oleh adanya horizon sulfurik dan pH tanah 3,5.
3. Lahan gambut adalah lahan yang terbentuk dari bahan organik yang berupa bahan jenuh air dengan kandungan karbon organik sebanyak 12–18% atau 6 bahkan tidak penuh jenuh air dengan kandungan karbon organik sebanyak 20%.
4. Lahan salin adalah lahan pasang surut yang mendapat pengaruh atau intrusi air asin lebih dari 3 bulan dalam setahun dan kandungan Na dalam larutan tanah sebesar >8%, sedangkan lahannya dapat berupa lahan potensial, sulfat masam dan gambut.

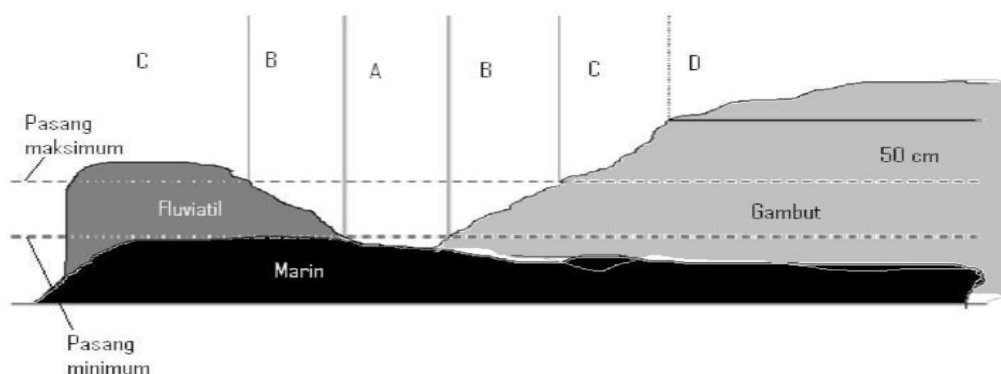
## **2. Tipe Luapan Pasang Surut**

Lahan pasang surut mempunyai sifat yang sangat heterogen baik dari aspek tanah, air maupun vegetasinya. Berdasarkan potensial dan kendala yang dijumpai dari tipe luapan dan tipologi lahan dapat ditentukan strategi pengelolaan lahannya (Badan Litbang Pertanian, 2014).

Berdasarkan tipe luapan air pasang, lahan rawa pasang surut terdiri dari empat kategori, yaitu tipe luapan A, B, C dan D. Tipe luapan air mempunyai arti yang sangat penting dalam menentukan kesesuaian wilayah untuk usaha pertanian.

Tipe luapan lahan pasang surut adalah lahan yang rejim airnya dipengaruhi oleh pasang surutnya air laut atau sungai. Berdasarkan kondisi hidrotopografi lahan pasang surut dibedakan menjadi 4 tipe (Muhammad Rifani *dalam* Chandrawijaya, 2019):

- a. Tipe A (daerah pasang surut langsung). Daerah yang selalu terluapi air pasang 20-30 cm. Kategori ini dibagi menjadi dua tipe, yaitu:
  - Kategori I: terluapi air asin dan air tawar;
  - Kategori II: hanya terluapi air tawar saja.
- b. Tipe B (daerah pasang surut tidak langsung). Daerah ini hanya terluapi pasang besar saja, pada musim hujan dapat terluapi terus menerus oleh air hujan atau air yang berasal dari hutan.
- c. Tipe C (daerah pasang surut tadah hujan). Daerah yang tidak terluapi air pasang, namun mempunyai jeluk air tanah  $< 0,5$  m dari permukaan tanah. Jadi air pasang hanya mampu mengatur gerakan air tanah, sedangkan air luapan hanya bergantung kepada air hujan atau air yang berasal dari hutan.
- d. Tipe D yaitu daerah yang tidak pernah terluapi air pasang dan memiliki jeluk air tanah  $> 0,5$  m dari permukaan tanah. Daerah ini letaknya lebih tinggi dari daerah tipe C.



Gambar 1. Tipe Luapan Pasang Surut  
(Sumber: Chandrawijaya, 2019)

### 3. Sifat Fisika Tanah

Sifat fisika tanah sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman tersedianya air udara tanah, dan secara tidak langsung mempengaruhi ketersediaan unsur hara tanaman. Sifat ini juga akan mempengaruhi potensi tanah untuk berproduksi secara maksimal (Naldo, 2011). Sifat fisika tanah merupakan kunci penentu kualitas suatu lahan dan lingkungan. Pengelolaan air di lahan rawa pasang surut sangat berkaitan erat dengan pembuatan saluran yang

berfungsi untuk memasukkan air dan mengeluarkan air yang berlebih dari lahan. Jika saluran tata air dibuat dengan rancangan yang tepat maka muka air di lahan dapat diatur atau dikendalikan (Ngudiantoro, 2010).

Sifat fisika tanah yang berhubungan dengan wujud tanah asli, yang diantara lain merupakan tekstur, struktur, porositas, permeabilitas, kerapatan lindak, kedalaman efektif, kandungan bahan kasar dan lain-lain. Sifat tanah berfungsi dalam aktivitas perakaran tanaman, baik dalam absorpsi unsur hara, air ataupun oksigen serta pembatas gerakan air tanah (Delsiyanti, *et al.*, 2016). Sebagai berikut:

a. Warna tanah

Warna tanah penting untuk diketahui karena berhubungan dengan kandungan bahan organik yang terdapat di dalam tanah tersebut, iklim, drainase tanah dan juga mineralogi tanah (Syamsuddin, 2012). Warna tanah merupakan petunjuk beberapa sifat tanah, karena warna tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor yang terdapat dalam tanah tersebut. Menurut Nurhayati (1986) penyebab perbedaan warna permukaan tanah pada umumnya disebabkan oleh perbedaan bahan organik. Makin tinggi kandungan bahan organik, warna tanah makin gelap. Bahan organik memberi warna kelabu, kelabu tua atau coklat pada tanah kecuali bila bahan dasarnya tertentu seperti oksida dan besi atau penimbunan garam memodifikasi warna.

Lahan dipengaruhi luapan pasang surut mengakibatkan tanah tergenang dalam kurun waktu tertentu. Hal ini berhubungan dengan kadar lengas atau tingkat hidratisasi berpengaruh terhadap warna tanah, apabila lembab hingga basah maka tanah akan tampak berwarna lebih gelap/kelam. Tingkat hidratisasi itu banyak berkaitan dengan kedudukan terhadap permukaan air tanah, yang ternyata mengarah ke warna reduksi, yaitu kelabu biru hingga kelabu hijau.

Lahan pasang surut dan rawa lebak yang semula selalu tergenang air akan mempunyai waktu menjadi lebih kering karena prose pembuatan saluran drainase. Drainase mengakibatkan terjadinya proses-proses oksidasi dan reduksi yang bergantian di lahan tersebut. Proses oksidasi dan reduksi akan mengakibatkan perubahan warna tanah yang tadinya keabu-abuan menjadi

kecoklatan sebagai akibat teroksidasinya besi ferro menjadi besi ferri. Warna kecoklatan ini dapat terjadi di luar ataupun di dalam struktur tanah, dan dikenal sebagai *mottles* (karatan) yang merupakan salah satu sifat penciri dari tanah-tanah dengan rezim kelembapan akuik.

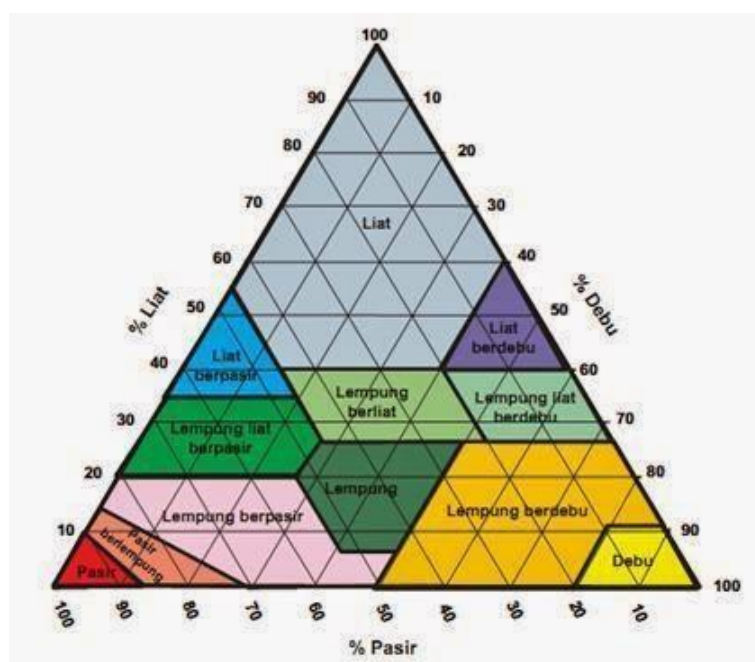
Pada lahan alluvial yang disawahkan, perubahan sifat morfologinya tidak seluruhnya nyata, karena lahan alluvial sendiri ada yang selalu tergenang air dan yang tergenang hanya pada musim penghujan. Pada lahan alluvial yang hanya tergenang air pada musim hujan, warna glei yang keabuan masih dijumpai karena umumnya didaerah ini air tanahnya dangkal. Warna campuran yang kecoklatan pada lahan semacam ini biasanya sudah ada sebelum tanah disawahkan, karena proses oksidasi dan reduksi berjalan mengikuti iklim.

Selain itu, Hanafiah (2005) mengungkapkan bahwa warna tanah merupakan: (1) sebagai indikator dari bahan induk untuk tanah yang baru berkembang, (2) indikator kondisi iklim untuk tanah yang sudah berkembang lanjut, dan (3) indikator kesuburan tanah atau kapasitas produktivitas lahan.

Dalam penelitian sumberdaya tanah, *Munsell soil color chart* (MSCC) digunakan sebagai standar: warna dasar atau warna matriks dan warna karatan sebagai hasil dari proses oksidasi dan reduksi di dalam tanah (Balai Penelitian Tanah 2004). Cara penggunaan MSCC adalah dengan mengecek kemiripan warna tanah pada pedoman warna yang terdapat dalam MSCC. Selama penggunaannya, buku tersebut perlu dibawa ke lapangan untuk dijadikan pedoman dalam mencocokkan warna tanah. Pada buku MSCC (Munsell 2009), dijelaskan bahwa terdapat tiga variabel penting pada warna tanah seperti: *hue*, *value*, dan *chroma* (HVC). *Hue* adalah warna spektrum yang dominan sesuai dengan panjang gelombangnya, *value* menunjukkan gelap terangnya warna sesuai dengan banyaknya sinar yang dipantulkan, dan *chroma* menunjukkan kemurnian atau kekuatan dari warna spektrum. *Chroma* didefinisikan juga sebagai gradasi kemurnian dari warna atau derajat pembeda adanya perubahan warna dari kelabu atau putih netral ke warna lainnya.

## b. Tekstur tanah

Tekstur tanah ialah perbandingan relatif tiga golongan besar fraksi tanah (pasir, debu dan liat) dalam suatu massa tanah (Notohadisuwarno, 2003). Tekstur tanah sangat menentukan reaksi fisika dan kimia di dalam tanah, karena ukuran partikel tanah bisa menjadi faktor penentu luas permukaan tanah. Fraksi debu dan pasir memiliki aktivitas permukaan yang minim (rendah), sehingga secara kimia dan fisika bisa dianggap tidak aktif. Sedangkan Fraksi liat merupakan yang terpenting karena memiliki luas permukaan yang maksimal (tinggi). Fraksi liat bisa menaikkan kemampuan pertukaran kation. Selain itu sistem dari koloid liat merupakan *cementing agent* (agen pengikat) yang sangat penting dalam sistem agregasi tanah. Tekstur tanah dapat diklasifikasikan sebagai berikut, pada Gambar 2.



Gambar 2. Segitiga Tekstur Tanah  
(Sumber: <http://agrotekumpar.blogspot.com/>)

Tanah dengan tekstur halus memiliki luas permukaan yang minimal, sehingga sulit untuk menahan air dan menyerap unsur-unsur yang ada pada tanah. Sedangkan tanah dengan tekstur liat mempunyai luas permukaan yang maksimal, sehingga daya tahan dan daya simpan terhadap unsur hara cukup tinggi (Hardjowigeno 2003). Tekstur tanah dapat berfungsi menentukan tata

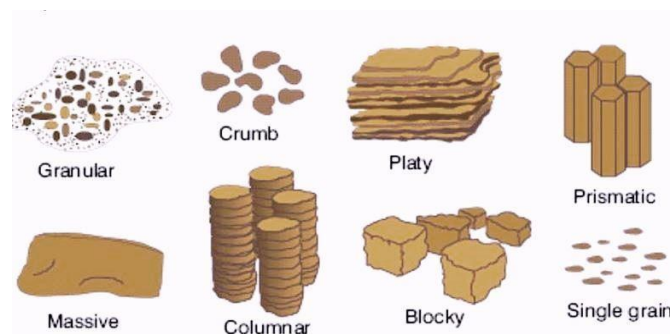
air di dalam tanah yaitu berupa penetrasi, kecepatan infiltrasi, serta kemampuan mengikat air. Beberapa sifat tanah tersebut saling berhubungan dan mempengaruhi. Secara geografis, lahan pasang surut salah satunya terbentuk pada daerah-daerah hilir sungai yang bermuara ke laut yang memungkinkan untuk terjadinya pengendapan. Tingginya kandungan fraksi liat pada lahan ini menyebabkan permeabilitas tanah dan porositas tanah menjadi rendah. Selanjutnya pada tanah dengan porositas tanah rendah tentunya akan memiliki bobot isi yang tinggi, artinya semakin tinggi kandungan liat maka bobot isi akan semakin meningkat.

### c. Struktur Tanah

Struktur tanah adalah susunan ikatan partikel-partikel tanah satu sama lain membentuk agregat tanah, merupakan sifat tanah yang sangat ditentukan oleh partikel penyusun tanah. Struktur tanah menggambarkan bentuk, ukuran, kuat lemahnya agregat tanah dalam kondisi alami. Bahan organik juga dapat berperan dalam memperbaiki struktur tanah dengan cara mengikat partikel-partikel tanah sehingga terbentuk agregat yang mantap dan tanah yang sarang (gembur) sehingga akan menyerap air lebih cepat dan konduktivitas hidrolis tanah menjadi lebih tinggi. Hardjowigeno, (2003) 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. Agregat tanah dinamakan sebagai bongkahan partikel tanah (*ped*) berpori yang bervariasi dimensinya, terdiri dari partikel primer dan bahan pengikat. Ruang pori dalam agregat dikenal sebagai ruang pori intra-agregat, berfungsi untuk retensi air dan unsur hara dalam tanah (Suryadi, 2021).

Tingkat perkembangan struktur tanah ditentukan berdasar atas kemantapan atau ketahanan bentuk struktur tanah tersebut terhadap tekanan. Tanah dengan struktur baik (granuler, remah) mempunyai tata udara yang baik, unsur-unsur hara lebih mudah tersedia dan mudah diolah. Struktur tanah yang baik adalah yang bentuknya membulat sehingga tidak dapat saling bersinggungan dengan rapat. Akibatnya pori-pori tanah banyak terbentuk. Struktur tanah harus tidak mudah rusak (mantap) sehingga pori-

pori tanah tidak cepat tertutup bila terjadi hujan (Hardjowigeno, 2007). Struktur tanah berfungsi memodifikasi pengaruh tekstur terhadap kondisi drainase atau aerasi tanah, karena susunan antar agregat tanah akan menghasilkan ruang yang lebih besar dibandingkan susunan antar partikel primer. Tanah yang berstruktur baik akan mempunyai kondisi drainase dan aerasi yang baik pula, sehingga memudahkan sistem perakaran tanaman untuk berpenetrasi dan mengabsorpsi (menyerap) hara dan air, sehingga pertumbuhan dan produksi menjadi lebih baik (Hanafiah, 2005). Pada lapisan atas pada umumnya mempunyai struktur granuler sampai gumpal, sedangkan pada kedalaman  $\pm 50$  cm berstruktur *massive* karena tanah dalam keadaan basah, tergantung setiap tipe luapan karena adanya perbedaan pengaruh air pasang. Struktur tanah sebagai berikut, pada Gambar 3.



Gambar 3. Bentuk Struktur Tanah

(Sumber:<https://www.gurugeografi.id/2017/02/tipe-tipe-agregat-tanah-dan-pengaruhnya.html>)

- 1) Bentuk lempeng (*platy*): sumbu vertikal < sumbu horisontal ditemukan di horison E atau pada lapisan padas liat.
- 2) Tiang (*columnar*): sumbu vertikal > sumbu horisontal, bagian atasnya membulat. Di horison B tanah daerah iklim kering.
- 3) Prisma (*prismatic*): sumbu vertikal > sumbu horisontal bagian atasnya rata. Ditemukan di horison B tanah daerah iklim kering.
- 4) Kubus (*blocky*): horison B tanah di wilayah iklim basah
  - a. Gumpal bersudut (*angular blocky*) dengan sudut-sudut tajam. Sumbu vertikal = sumbu horison.



- b. Gumpal membulat (*sub angular blocky*) seperti kubus dengan sudut-sudut membulat. Sumbu vertikal = sumbu horisontal. Di horison B tanah daerah iklim basah.
  - 5) *Granuler*: bulat-porous. Di horison A.
  - 6) *Remah (crumb)*: bulat sangat porous. Di horison A.
  - 7) *Pejal/massive*: terdapat pada gumpalan hasil pembajakan
- d. Kedalaman muka air tanah

Kedalaman muka air tanah merupakan selisih masukan air dari presipitasi (meliputi hujan, salju, kabut) yang menginfiltrasi tanah ditambah hasil kondensasi (oleh tanaman dan tanah) dan absorpsi (oleh tanah) dikurangi air yang hilang lewat evapotranspirasi, aliran permukaan, perkolasi dan rembesan lateral yang secara umum disebut persamaan air tanah : kandungan air tanah = masukan air-kehilangan air. Pada lahan rawa pasang surut, tinggi muka air tanah akan mengalami fluktuasi karena adanya pengaruh pasang surut air laut. Oleh karena itu fluktuasi kadar air tanah periodikal tergantung pada keseimbangan masukan dan kehilangan air tersebut (Hanafiah, 2010).

Kedalaman muka air tanah dipengaruhi oleh zona jenuh air, iklim/fluktuasi, topografi dan ketinggian tempat/elevasi. Kedalaman air tanah mempunyai peranan sangat besar dalam penentuan daerah potensi kekeringan, dalam hal ini akuifer mempunyai pengaruh terhadap muka air tanah. Pengaturan tata air bukan hanya untuk mengurangi atau menambah ketersediaan air permukaan, melainkan juga untuk mengurangi kemasaman tanah, mencegah pemasaman tanah akibat teroksidasinya lapisan pirit, mencegah bahaya salinitas, bahaya banjir, dan mencuci senyawa beracun yang terakumulasi di zona perakaran tanaman (Suryadi *et al.*, 2010). Keberadaan air tanah didalam akuifer ditentukan oleh tekstur dan struktur penyusunan akuifer tersebut. Akuifer merupakan lapisan batuan yang sudah pada kondisi jenuh dan lolos air, mampu dalam menyimpan dan mengalirkan air dalam jumlah cukup untuk mengairi sumur/sungai/mata air. Kriteria kedalaman muka air tanah pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Kedalaman Muka Air Tanah

Kedalaman (cm)	Kriteria
<25	Sangat Dangkal
25-50	Dangkal
50-100	Agak Dalam
100-150	Dalam
>150	Sangat Dalam

Sumber: Rayes, 2006

#### e. Bobot isi

Bobot isi (BI) merupakan faktor yang berpengaruh langsung terhadap pendugaan kadar air dalam pengolahan tanah, dan kadar liat dan bahan organik, secara tidak langsung mempengaruhi perubahan bobot isi. Bobot isi tanah (*bulk density*) adalah tanah dalam kondisi lapangan yang dikering ovenkan per satuan volume tanah. Tanah yang kaya bahan organik dan gembur mempunyai bobot isi lebih rendah dari susunan bawah yang pejal dengan kandungan humus rendah (Marwan *et al.*, 2015). Nilai bobot isi tanah mineral berkisar 1-0,7 gr/cm<sup>3</sup>, namun tanah organik umumnya mempunyai bobot isi 0,1-0,9 gram/cm<sup>3</sup>. Bobot isi tanah yang ideal berkisar antara 1,3 - 1,35 g/cm<sup>3</sup>, bobot isi pada tanah berkisar > 1,65 g/cm<sup>3</sup> untuk tanah berpasir, 1,0-1,6 g/cm<sup>3</sup> pada tanah geluh yang mengandung bahan organik tanah sedang sampai tinggi, bobot isi mungkin lebih kecil dari 1 g/cm<sup>3</sup> pada tanah dengan kandungan bahan organik tinggi (Tarigan *et al.*, 2015).

Bobot isi dipengaruhi oleh tekstur, struktur dan bahan organik. Selain itu, karena pengelolaan tanah dan praktek budidaya dapat merubah bobot isi dengan cepat (Hardjowigeno, 2007). Bobot isi sangat erat kaitannya dengan permeabilitas dan porositas. Jika bobot isi tinggi, permeabilitas dan porositas rendah. Sebaliknya, jika permeabilitas dan porositas tinggi, bobot isi rendah. Semakin tinggi bobot isi, semakin padat tanah, maka semakin rendah permeabilitas tanah (Arabia *et al.*, 2012; Murtinah dan Komara, 2019). Semakin rendah nilai bobot isi maka tanah semakin gembur. Semakin padat tanah, semakin tinggi kepadatan tanah, yang berarti lebih sulit untuk menembus air atau ditembus akar tanaman. Pernyataan tersebut, juga didukung oleh Putra *et al.* (2016), bahwa kemampuan tanah dalam

meloloskan air erat kaitannya dengan peran bobot isi pada tinggi rendahnya kepadatan tanah. Pasang air laut sangat berpengaruh pada bobot isi, tanah yang sering tergenang oleh luapan pasang air laut maka bobot isi semakin meningkat karena penggenangan pasang air laut yang dapat menyebabkan pengendapan liat dan debu sehingga pori-pori tanah tertutupi. Kriteria bobot isi tanah pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Bobot Isi Tanah

Bobot isi (g/cm)	Kriteria
<0,90	Rendah
0,90-1,2	Sedang
1,2-1,4	Tinggi
>1,4	Sangat Tinggi

Sumber: Lembaga Penelitian Tanah, 1983

#### f. Berat Jenis Partikel

Berat jenis partikel (*particle density*) merupakan petunjuk kerapatan jenis partikel tanah. Berat jenis partikel adalah perbandingan massa total fase padat tanah dan volume fase padat. Massa bahan organik dan organik diperhitungkan sebagai massa padatan tanah dalam penentuan berat jenis partikel tanah. Dengan mengetahui nilai berat isi dan berat jenis partikel tanah, maka dapat juga diketahui besarnya porositas tanah (Pusparani, 2018). Data berat jenis partikel penting apabila diperlukan ketelitian pendugaan ruang pori total. Berat jenis partikel berhubungan langsung dengan bobot isi, volume udara tanah, serta kecepatan sedimentasi partikel di dalam zat cair.

#### g. Porositas Tanah

Porositas tanah adalah rasio volume semua pori dalam volume tanah, yang dinyatakan dalam persentase. Porositas mencakup ruang antara pasir, debu, dan partikel tanah liat serta ruang antara agregat tanah (Puja, 1989). Porositas total tanah saling berhubungan dengan tekstur dan bobot isi. Bobot isi tanah yang semakin rendah akan menyebabkan tersedianya ruang pori untuk air dan udara, yang artinya porositas tanah juga semakin tinggi dan sebaliknya bobot isi yang tinggi akan menyebabkan tanah semakin padat dan

tidak banyak tersedianya ruang pori untuk udara dan air sehingga porositas tanah semakin rendah. Hal ini dapat dilihat bahwa pada bobot isi yang rendah porositanya tinggi dan bobot isi yang tinggi porositasnya rendah. Menurut Evarnaz *et al.* (2014), bahan organik dengan porositas tinggi mengurangi kepadatan tanah, karena bahan organik jauh lebih ringan daripada mineral, dan bahan organik juga meningkatkan porositas tanah. Menurut penelitian Nugroho (2009), porositas tanah dengan struktur detrital (granula) lebih tinggi dari pada tanah terstruktur padat

Tingginya kandungan bahan organik maka akan mempengaruhi ruang pori. Semakin tinggi bahan organik didalam tanah maka akan semakin besar ruang pori tanah. Pori-pori tanah terbagi menurut besar kecilnya ruangan atau rongga antar partikel tanah, pori terbagi menjadi tiga kelompok yaitu : (1) pori makro atau pori besar ; (2) pori meso atau pori sedang ; dan (3) pori mikro atau pori kecil. Pori-pori kasar berisi udara atau air gravitasi air (air yang mudah hilang karena gaya gravitasi), sedang pori-pori halus berisi air kapiler atau udara. Tanah-tanah liat mempunyai pori-pori total (jumlah pori-pori makro + mikro), lebih tinggi daripada tanah pasir. Menurut Hardjowigeno (2003) bahwa porositas tanah dipengaruhi oleh kandungan bahan organik, struktur tanah, dan tekstur tanah. Pada tanah berpasir, porositas tanah didominasi oleh pori makro yang berfungsi sebagai lalu lintas air sehingga infiltrasi meningkat. Sedangkan pada tanah berlempung, pori mikro lebih berperan dan daya hantar air-nya rendah sehingga infiltrasi menurun (Soepardi, 1983 *dalam* Hidayah *et al.*, 2001). Kriteria kelas porositas tanah pada Tabel 3.

Tabel 3. Kelas Porositas Total

Porositas total (%)	Kelas
100	Sangat porous
80-60	Porous
60-50	Baik
50-40	Kurang Baik
40-30	Buruk
<30	Sangat Buruk

*Sumber: Arsyad, 2010*

#### h. Kadar Air Kapasitas Lapangan

Kadar air tanah merupakan salah satu parameter penting dalam sistem pengolahan tanah. Apabila pengolahan tanah dilakukan pada kadar air tanah rendah, maka hasilnya dapat merusak struktur tanah, selain biaya dan energi yang digunakan tinggi. Sedangkan apabila tanah diolah dalam keadaan kadar air tinggi, hasil pengolahan tanah dapat berupa bongkah-bongkahan tanah yang besar. Kadar air tanah dinyatakan dalam persen volume yaitu persentase volume air terhadap volume tanah. Air mempunyai fungsi yang penting dalam tanah, antara lain pada proses pelapukan mineral dan bahan organik tanah, yaitu reaksi yang mempersiapkan hara larut bagi pertumbuhan tanaman. Selain itu, air juga berfungsi sebagai media gerak hara ke akar-akar tanaman. Akan tetapi, jika air terlalu banyak tersedia, hara-hara dapat tercuci dari daerah-daerah perakaran atau bila evaporasi tinggi, garam-garam terlarut mungkin terangkat kelapisan tanah atas. Air yang berlebihan juga membatasi pergerakan udara dalam tanah, merintangai akar tanaman memperoleh  $O_2$  sehingga dapat mengakibatkan tanaman mati.

Kadar air kapasitas lapangan merupakan persentase air yang ditahan oleh tanah pada retensi 0,1 hingga 0,5 atm, sedangkan kadar air titik layu permanen merupakan persentase air tanah yang dipegang oleh tanah dengan retensi 15 atm. Kadar air pada kapasitas lapangan dan kadar air titik layu permanen dipengaruhi oleh tekstur tanah dan beberapa karakteristik tanah lainnya. Tekstur tanah berkaitan dengan keseluruhan pori tanah agar dapat mempengaruhi keseluruhan air tersedia bagi tanaman (Darmayati dan Sutikto, 2019).

Tekstur, bahan organik, bobot isi dan porositas tanah berpengaruh pada kadar air tanah. Tanah yang memiliki tekstur yang halus, dimana tekstur tanah halus akan banyak menampung air atau daya menahan airnya tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Hakim *et al.* (1986), yang menyatakan bahwa tanah bertekstur halus menahan air lebih banyak dibandingkan dengan bertekstur kasar. Menurut Hardjowigeno (2003), bahwa tanah-tanah bertekstur kasar mempunyai daya menahan air lebih kecil daripada tanah bertekstur halus. Hal ini diakibatkan karena tekstur tanah yang mengandung

liat yang cukup banyak, sehingga kemampuan menyimpan air oleh tanah kuat. Hal ini sesuai dengan pendapat Pairunan *et al.* (1985) yang menyatakan bahwa liat dapat menyimpan air lebih banyak dari pasir, karena liat mempunyai luas permukaan yang luas yang dapat diselimuti air. Tanah yang bertekstur kasar mempunyai kemampuan menahan air yang kecil dari pada tanah bertekstur halus. Oleh karena itu tanaman yang ditanam pada tanah pasir umumnya lebih mudah kekeringan daripada tanah-tanah bertekstur lempung atau liat. Selain sifat tanah, faktor tumbuhan, iklim, dan pasang surut air sangat mempengaruhi jumlah air yang dapat diabsorpsikan pada faktor-faktor tumbuhan antara lain, bentuk perakaran, daya tahan terhadap kekeringan, tingkat dan stadia pertumbuhan. Faktor iklim antara lain temperatur, kelembaban dan kecepatan angin (Hardjowigeno, 2010).

i. Kemantapan agregat

Kemantapan agregat adalah ketahanan rata-rata agregat tanah melawan pendispersi oleh benturan tetes air hujan atau penggenangan air. Kemantapan tergantung pada ketahanan jonjot tanah melawan daya dispersi air dan kekuatan sementasi atau pengikatan. Menurut Hakim *et al.* (1986) kemantapan agregat dimungkinkan karena adanya bahan pengikat seperti liat, bahan kapur, bahan organik dan zat-zat lendir yang dihasilkan mikroorganisme, sehingga butir-butir tanah tersebut terikat kuat satu sama lainnya oleh bahan-bahan perekat. Oleh sebab itu, tanah dengan kadar liat dan bahan organik yang lebih tinggi akan memungkinkan memiliki agregat yang lebih stabil. Pada lahan pasang surut diketahui memiliki fraksi liat yang tinggi serta memiliki bahan organik yang rendah tergantung dari tipe luapan dan intensitas penggunaan lahan. Kemantapan agregat merupakan indikator yang digunakan untuk mengetahui tanah tersebut baik ataupun buruk bagi tanaman ini dikarenakan susunan agregat tanah atau fragmen tanah memiliki pengaruh utama terhadap aerasi, ketersediaan air dan kekuatan tanah, sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan akar dan tajuk, dan mungkin pada akhirnya terhadap produksi tanaman (D'Áz-Zorita *et al.*, 2005). Menurut Hadi (1982), ada pun faktor yang mempengaruhi pembentukan agregat sebagai berikut:

### 1) Bahan Induk

Variasi penyusun tanah tersebut mempengaruhi pembentukan agregat-agregat tanah serta kemantapan yang terbentuk. Kandungan liat menentukan dalam pembentukan agregat, karena liat berfungsi sebagai pengikat yang diadsorpsi pada permukaan butiran pasir dan setelah dihidrasi tingkat reversibilitasnya sangat lambat. Kandungan liat  $> 30\%$  akan berpengaruh terhadap agregasi, sedangkan kandungan liat  $< 30\%$  tidak berpengaruh terhadap agregasi.

### 2) Bahan organik tanah

Bahan organik tanah merupakan bahan pengikat setelah mengalami pencucian. Pencucian tersebut dipercepat dengan adanya organisme tanah. Sehingga bahan organik dan organisme di dalam tanah saling berhubungan erat.

### 3) Tanaman

Tanaman pada suatu wilayah dapat membantu pembentukan agregat yang mantap. Akar tanaman dapat menembus tanah dan membentuk celah-celah. Disamping itu dengan adanya tekanan akar, maka butir-butir tanah semakin melekat dan padat. Selain itu celah-celah tersebut dapat terbentuk dari air yang diserap oleh tanaman tersebut.

### 4) Organisme tanah

Organisme tanah dapat mempercepat terbentuknya agregat. Selain itu juga mampu berperan langsung dengan membuat lubang dan menggemburkan tanaman. Secara tidak langsung merombak sisa-sisa tanaman yang setelah dipergunakan akan dikeluarkan lagi menjadi bahan pengikat tanah.

### 5) Waktu

Waktu menentukan semua faktor pembentuk tanah berjalan. Semakin lama waktu berjalan, maka agregat yang terbentuk pada tanah tersebut semakin mantap.

### 6) Iklim

Iklim berpengaruh terhadap proses pengeringan, pembasahan, pembekuan, pencairan. Iklim merupakan faktor yang sangat berpengaruh

terhadap pembentukan agregat tanah. Kriteria kelas kemantapan agregat tanah pada Tabel 4.

Tabel 4. Kriteria Kemantapan Agregat

Kelas	Indek Kemantapan Agregat (%)
Kuat	100-80
Sedang	70-40
Lemah	30-0

*Sumber: Suryadi, 2021*

#### 4. Sifat Kimia Tanah

Sifat kimia tanah juga merupakan unsur lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman karena mempengaruhi produktivitas tanaman.

##### a. C – Organik

C-Organik adalah penyusun utama bahan organik. Bahan organik tanah adalah senyawa-senyawa organik kompleks yang sedang atau telah mengalami proses dekomposisi, baik berupa humus hasil humifikasi maupun senyawa-senyawa anorganik hasil mineralisasi (Hanafiah, 2007). Menurut Istomo (1994), bahan organik ternyata mempunyai peranan yang sangat penting dalam tanah terutama pengaruhnya terhadap kesuburan tanah. Banyak sifat-sifat tanah baik fisik, kimia dan biologi tanah secara langsung dan tidak langsung dipengaruhi oleh bahan organik. Bahan organik adalah segala bahan-bahan atau sisa-sisa yang berasal dari tanaman, hewan dan manusia yang terdapat di permukaan atau di dalam tanah dengan tingkat pelapukan yang berbeda (Hasibuan, 2006).

Tanah di lahan pasang surut juga dilaporkan mempunyai kandungan C-organik yang rendah, tergantung tipologi lahan dan intensitas penggunaan lahan (Masganti 2009b). Bahan organik mempunyai multifungsi yakni memperbaiki sifat kimia, sifat fisika dan biologi. Kriteria nilai kandungan C – Organik tanah pada Tabel 5.



Tabel 5. Kriteria Nilai Kandungan C-Organik Tanah

No	Nilai C-Organik (%)	Kategori
1	<1	Sangat Rendah
2	1 – 2	Rendah
3	2 – 3	Sedang
4	3 – 5	Tinggi
5	>5	Sangat Tinggi

Sumber : Pusat Penelitian Tanah ( 1983 )

#### b. Salinitas

Salinitas adalah tingkat keasinan atau kadar garam terlarut dalam air. Salinitas juga dapat mengacu pada kandungan garam dalam tanah. Kandungan garam yang tinggi pada tanah salin menyebabkan rusaknya struktur tanah, sehingga aerasi dan permeabelitas tanah tersebut menjadi sangat rendah.

Faktor – faktor yang mempengaruhi salinitas: penguapan, makin besar tingkat penguapan air laut di suatu wilayah, maka salinitasnya tinggi dan sebaliknya pada daerah yang rendah tingkat penguapan air lautnya, maka daerah itu rendah kadar garamnya. Curah hujan makin besar atau banyak curah hujan di suatu wilayah laut maka salinitas air laut itu akan rendah dan sebaliknya makin sedikit atau kecil curah hujan yang turun salinitas akan tinggi. Makin banyak sungai yang bermuara ke laut tersebut maka salinitas laut tersebut akan rendah dan sebaliknya makin sedikit sungai yang maka salinitasnya akan tinggi. Salinitas tanah dapat diklasifikasikan sebagai berikut pada Tabel 6.

Tabel 6. Klasifikasi Salinitas Tanah

No	Salinitas (dS/m)	Kriteria
1	<1	Sangat Rendah
2	1-2	Rendah
3	2-3	Sedang
4	3-4	Tinggi
5	>4	Sangat Tinggi

Sumber : Pusat Penelitian Tanah ( 1983 )

### c. Hidrogen Potensial

Hidrogen Potensial (pH) tanah merupakan salah satu reaksi kimia tanah yang dikendalikan secara kuat oleh sifat elektrokimia dari koloid tanah (Rahmah, 2014). Hidrogen potensial merupakan ukuran keasamaan dan kebasaaan larutan tanah, pH menunjukkan banyaknya konsentrasi ion  $H^+$ . Makin tinggi ion  $H^+$  di dalam tanah, semakin masam tanah tersebut dan jumlah ion  $OH^-$  di dalam tanah berbanding terbalik dengan jumlah ion  $H^+$ . Pada tanah-tanah masam jumlah ion  $H^+$  lebih tinggi dari pada jumlah ion  $OH^-$ , sedang pada tanah alkalis sebaliknya. Bila kandungannya sama maka tanah bereaksi netral, yaitu mempunyai  $pH = 7$ . Lahan sulfat masam potensial dicirikan oleh warna tanah kelabu (gray), masih mentah ( $n > 0,7$ ), dan kemasaman sedang sampai masam ( $pH 4,0$ ), sedangkan tanah sulfat masam aktual dicirikan oleh warna kecokelatan pada permukaan, cukup matang ( $n < 0,7$ ), dan sangat masam ( $pH < 3,5$ ) (Nursyamsi *et al.*, 2014). Reaksi tanah merupakan indikator pelapukan tanah, kandungan mineral dalam batuan induk, lama waktu dan intensitas pelapukan, terutama pelindihan kation-kation basa dari tanah. pH tanah dapat diklasifikasikan sebagai berikut pada Tabel 7.

Tabel 7. Klasifikasi pH Tanah

No	Nilai pH	Kategori
1	<4,5	Sangat Masam
2	4,5 - 5,5	Masam
3	5,6-6,5	Agak masam
4	6,6-7,5	netral
5	7,6-8,5	agak alkalis
6	>8,5	alkalis

*Sumber: Penilaian Sifat Kimia Tanah (Staf Pusat Penelitian Tanah, 1983)*

### d. Pirit

Besi yang merupakan penyusun mineral liat silikat dalam bahan induk tanah bersenyawa dengan sulfat. Pada dasarnya, persenyawaan antara sulfat dan besi inilah yang membentuk pirit. Bahan sulfidik (pirit) merupakan hasil endapan marin. Pirit ( $FeS_2$ ) terbentuk melalui serangkaian proses kimia, geokimia, dan biokimia secara bertahap. Ionion sulfat yang banyak

terkandung dalam air laut oleh ayunan pasang diendapkan pada dataran - dataran pantai dan sebagian menjorok memasuki dataran pasang surut. Apabila tinggi permukaan air tanah lebih rendah dari lapisan pirit (air tanah berada di bawah lapisan pirit), maka akan terjadi oksidasi pirit. Oksidasi pirit akan melepaskan sejumlah asam sulfat yang menyebabkan kemasaman tanah bertambah (Dent dan Ponds, 1995). Lahan sulfat masam tergolong lahan yang sub optimal dan fragile (rapuh) yang dicirikan oleh adanya lapisan tanah yang mengandung pirit 2,0 % atau lebih pada kedalaman kurang dari 50 cm. Widjaja-Adhi *et al.* (1986) menambahkan bahwa lahan sulfat masam memiliki horizon sulfidik dan atau sulfurik pada kedalaman 120 cm dari permukaan tanah mineral.

Menurut Dent (1986) pembentukan pirit dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain 1) tingginya kandungan bahan organik, 2) suasana yang anaerob, 3) jumlah kecukupan sulfat terlarut, dan 4) kadar besi terlarut. Bahan organik merupakan sumber energi atau makanan bagi mikroorganisme yang mempunyai peranan penting dalam kegiatan reduksi oksidasi pada tanah sulfat masam. Suasana anaerob merupakan kondisi alami dari lahan rawa umumnya. Kondisi ini menyebabkan terjadinya proses reduksi sulfat ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) menjadi sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ) dan ferri ( $\text{Fe}^{3+}$ ) menjadi ferro ( $\text{Fe}^{2+}$ ). Pirit terbentuk di daerah cekungan dekat laut yang terpengaruh gerakan pasang surut air laut. Ayunan air pasang surut mengendapkan bahan yang kaya sulfat ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) di wilayah tersebut. Di sisi lain cekungan tersebut mengandung besi (Fe)-oksida berlimpah yang berasal dari bahan induk. Syarat lain di cekungan tersebut banyak bahan organik sebagai sumber energi bakteri pereduksi sulfat. Proses respirasi bakteri yang menggunakan ion sulfat sebagai sumber elektron menghasilkan sulfida yang kemudian menjadi pirit  $\text{FeS}_2$ .

Nugroho *et al.* (1991) menambahkan bahwa lahan rawa pasang surut mineral dibedakan menjadi lahan potensial yang memiliki kedalaman lapisan sulfidik  $> 50$  cm, pH tanah  $> 5,5$  dan relatif tidak mempunyai masalah hara, dan lahan sulfat masam yaitu lahan dengan lapisan sulfidik  $< 50$  cm atau memiliki horizon sulfurik. Karakteristik tanah yang menentukan tipologi

lahan sulfat masam adalah kedalaman lapisan sulfidik dan sulfurik. Menurut Widjaja Adhi (1986) lahan sulfat masam adalah lahan sulfat masam aktual dengan lapisan sulfidik < 50 cm. Sedangkan lahan potensial adalah lahan sulfat masam potensial yang memiliki kedalaman lapisan sulfidik > 50 cm. Selanjutnya Widjaja Adhi (1995) merevisi tipologi lahan menjadi lahan bersulfida dangkal, lahan bersulfida dangkal bergambut, lahan bersulfat-1, lahan bersulfat-2, dan lahan bersulfat-3 sebagai pengganti istilah lahan sulfat masam. Sedangkan untuk lahan potensial diterjemahkan menjadi lahan bersulfida sangat dalam dan lahan bersulfida dalam. Di lapangan banyak cara dan ciri dapat digunakan untuk mengidentifikasi adanya lapisan pirit. Adanya hutan mangrove, konsistensi lumpur/tak matang atau bercak jarosite berwarna kekuningan jerami pada tanah memastikan adanya lapisan pirit dalam tanah. Selanjutnya sifat atau ciri lain yang dapat membantu dalam mengidentifikasi lapisan pirit adalah: a) adanya warna reduksi kelabu atau kelabu kehijauan, baik dengan maupun tanpa bercak hitam; b) adanya bahan organik, terutama berupa akar serabut, atau berseling dengan lapisan mineral berkonsistensi setengah matang; dan c) adanya bau H<sub>2</sub>S pada tanah yang terganggu atau diolah. Kedalaman pirit tanah dapat diklasifikasikan sebagai berikut pada Tabel 8.

Tabel 8. Klasifikasi Kedalaman Sulfidik

Kelas	Kedalaman sulfidik (Cm)
Dangkal	<60
Sedang	60-120
Dalam	>120

*Sumber: Primayuda, 2022*

## B. Kerangka Konsep

Pembangunan bidang pertanian dan pengembangan pada lahan pasang surut secara berkelanjutan perlu dicermati secara optimal dan hati-hati, karena sifat tanah dan kerentanannya terhadap berbagai kondisi alam dan lingkungan yang membuat pengelolaan lahan ini menjadi sedikit lebih sulit. Kendala yang ada di lapangan adalah kurangnya bahan organik sehingga warna tanah menjadi pucat, struktur yang pejal

mengakibatkan akar susah berkembang dan menyerap unsur hara yang ada di dalam tanah. Hal ini memiliki pengaruh besar terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman yang tumbuh di atas tanah tersebut. Desa Pusaka Kecamatan Tebas memiliki potensi untuk dikembangkan secara luas karena memiliki keunggulan satu diantaranya lahan yang dipengaruhi salinitas pasang surut air laut. Hal ini mendukung sektor pemasaran sangat penting serta untuk mendukung pengembangan agribisnis jeruk dan padi. Dengan pemasaran yang bagus jeruk tidak lagi hanya dinikmati oleh masyarakat lokal karena bisa menjangkau seluruh wilayah dan luar negeri karena kabupaten sambas berbatasan langsung dengan malaysia.

Desa Pusaka merupakan lahan yang dilintasi daerah aliran Sungai Sambas yang di pengaruhi air pasang surut dengan tipe luapan yang berbeda maka berbeda pula sifat fisika tanah tersebut dan berbeda pula kandungan salinitas serta bahan organiknya, maka dari itu perlu dilakukan penelitian tentang sifat fisika tanah pada empat tipe luapan di Kecamatan Tebas Kabupaten Sambas.