

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Lahan Pasang Surut

Lahan merupakan bagian dari bentang alam yang (*landscape*) yang mencakup pengertian lingkungan fisik termasuk iklim, topografi / relief, tanah, hidrologi dan keadaan vegetasi alami (*natural vegetation*) yang secara potensial berpengaruh terhadap penggunaan lahan (*Food and Agriculture Organization (FAO)*, 1976). Lahan dalam pengertian yang lebih luas termasuk yang telah dipengaruhi oleh berbagai aktivitas flora, fauna, dan manusia, baik di masa lalu maupun saat sekarang, seperti lahan rawa yang pasang surut yang telah direklamasi atau tindakan konservasi tanah pada suatu lahan tertentu. Penggunaan lahan secara optimal perlu dikaitkan dengan karakteristik dan kualitas lahannya. Hal tersebut disebabkan adanya keterbatasan penggunaan lahan, bila dihubungkan dengan pemanfaatan lahan secara lestari dan berkesinambungan (Mulyani dkk., 2011).

Tipe penggunaan lahan yang sesuai dengan tujuan evaluasi atau peruntukan dipakai sebagai titik awal proses, diperoleh dari kondisi-kondisi sosial, ekonomi dan politik (termasuk penggunaan lahan saat ini) dan kondisi ekologis umum. Perbedaan jenis penggunaan lahan yang dipilih dan ditentukan menyebabkan perbedaan persyaratan penggunaan lahan yang dibutuhkan. Selain itu setiap tipe penggunaan lahan membutuhkan tingkat ketersediaan tenaga kerja, modal dan ilmu pengetahuan tertentu untuk dapat melakukan tindakan konservasi atau meningkatkan kondisi lahan (Bennema dan Meester, 1980).

Salah satu contoh tipe penggunaan lahan adalah tanah sawah. Tanah sawah menurut Hardjowigeno dan Rayes (2005), adalah tanah yg digunakan untuk menanam padi sawah, baik secara terus menerus maupun secara bergiliran dengan tanaman palawija.

Lahan pasang surut merupakan lahan rawa di bagian hilir sistem aliran sungai (DAS Hilir) yang mempunyai pengaruh pasang surut air laut baik secara langsung maupun tidak langsung, lahan terbentuk dari hasil sedimentasi endapan sungai. Lahan pasang surut umumnya mempunyai topografi datar dan pengaruh

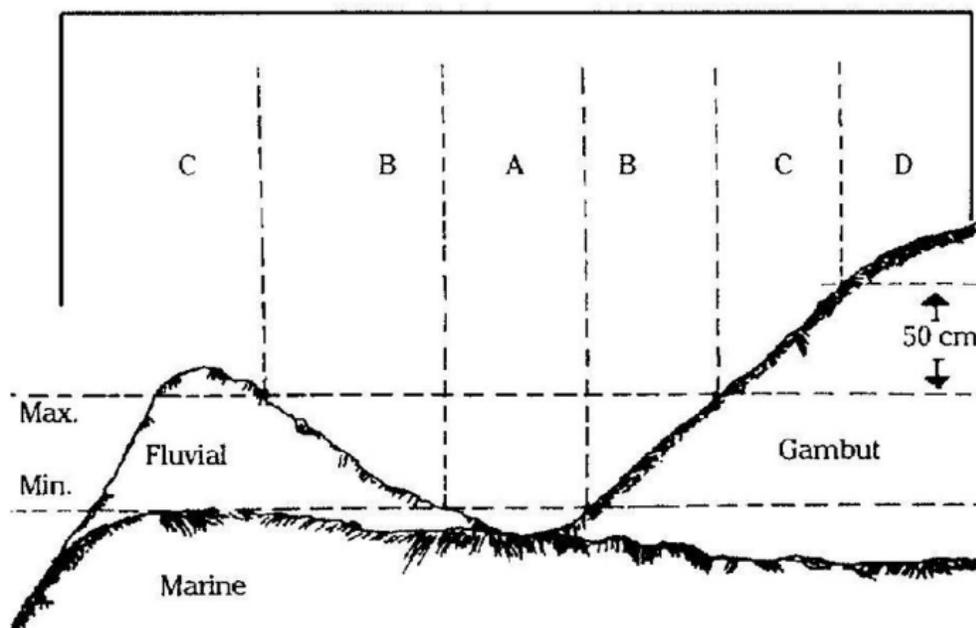
luapan pasang surut air laut umumnya lebih kuat dari luapan air sungai. Luapan air pada lahan sangat jelas dan kuat pada periode pasang maksimum dan minimum, bersifat tetap menurut peredaran bulan. Luapan air ini mempunyai tingkat ketergenangan, tergantung pada topografi lahan dan fluktuatif muka air sungai di sekitar lahan (Djafar, 2012).

Menurut Septian (2012), lahan pasang surut termasuk lahan marginal yang tingkat keasamannya tinggi yang salah satu penyebabnya adalah belum optimalnya pengelolaan sumberdaya yang tersedia sehingga untuk pengembangan lahan ini menjadi usaha pertanian harus mengetahui terlebih dahulu sifat dan perilaku yang khas dari tanah tersebut. Pemanfaatan yang sesuai, pengembangan yang seimbang dan pengolahan yang serasi dengan karakteristik dan perlakuan yang dapat mengubah lahan pasang surut ini menjadi lahan pertanian produktif tinggi dan berkelanjutan.

Berdasarkan tipe luapan lahan, lahan pasang surut juga dikelompokkan berdasarkan jangkauan air pasang. Lebih lanjut Widjaja (1992), menjelaskan hal tersebut sebagai berikut:

- a) Tipe A: Lahan yang selalu terluapi air pasang, baik pada saat pasang maksimum (*spring tide*) maupun pasang minimum (*neap tide*). Lahan ini dapat dikembangkan untuk pola padi - padi.
- b) Tipe B : Lahan yang terluapi air pasang pada saat pasang besar. Lahan ini juga sangat potensial untuk pengembangan pola padi - padi.
- c) Tipe C: Lahan yang tidak pernah terluapi air pasang, tetapi air pasang berpengaruh pada air tanah dan kedalaman muka air tanah kurang dari 50 cm. Lahan ini dapat diterapkan pola tanam padi - palawija, dengan penerapan sistem tata air konservasi.
- d) Tipe D : Lahan yang tidak pernah terluapi air pasang, tetapi air pasang berpengaruh pada air tanah dan kedalaman muka air tanah lebih dari 50 cm. Lahan ini tidak cocok untuk padi, tetapi potensial untuk tanaman palawija.

Berikut dibawah ini adalah gambar tipe luapan berdasarkan jangkauan air pasang



Gambar 1. Tipe Luapan Lahan Pasang Surut

2. Tanah Sawah

Tanah sawah adalah tanah yang digunakan untuk menanam padi sawah, baik secara terus – menerus sepanjang tahun maupun bergiliran dengan tanaman palawija. Tanah sawah dapat berasal dari tanah kering yang diairi kemudian disawahkan, atau dari tanah rawa-rawa yang dikeringkan dengan membuat saluran-saluran drainase. Penggenangan selama pertumbuhan padi dan pengolahan tanah pada tanah kering yang disawahkan, dapat menyebabkan berbagai perubahan sifat tanah, baik sifat morfologi, kimia, fisika, mikrobiologi maupun sifat lainnya (Hardjowigeno dan Rayes, 2005).

Ciri khas tanah sawah atau *paddy soils* yang membedakan dengan tanah tergenang lainnya, adalah lapisan oksidasi dibawah permukaan air akibat difusi O_2 setebal 0.8 – 1,0 cm, selanjutnya lapisan reduksi setebal 25-30 cm dan diikuti oleh lapisan tapak bajak yang kedap air (Muslimah, 2007).

Menurut Greenland (1997) karakteristik utama tanah sawah yang menentukan keberlanjutan sistem budidaya padi sawah sebagai berikut :

1. Penggunaan tanah secara kontinyu tidak menyebabkan reaksi tanah menjadi masam. Hal ini berkaitan dengan sifat fisik, kimia tanah tergenang, dimana penggenangan menyebabkan terjadinya konvergensi pH tanah menuju netral.
2. Kondisi permukaan tanah sawah memungkinkan hara tercuci lebih cenderung tertampung kembali ke lahan bawahnya daripada keluar dari sistem tanah
3. Fosfor lebih mudah tersedia bagi padi sawah.
4. Populasi aktif mikroorganisme penambat nitrogen mempertahankan oksigen organik.

Menurut Prasetyo dkk. (2004) faktor penting dalam proses pembentukan profil tanah sawah adalah genangan air permukaan dan penggenangan serta pengeringan yang bergantian. Kyuma (2004), menambahkan bahwa tanah sawah adalah tanah yang digunakan atau berpotensi digunakan untuk menanam padi sawah. Salah satu permasalahan yang terdapat pada tanah sawah di Indonesia secara umum adalah tidak seimbanginya unsur hara pada tanah akibat dari pemberian pupuk berlebih guna mendapatkan produksi yang tinggi, sehingga mengakibatkan kemerosotan produksi dari tahun ke tahun.

Beberapa permasalahan yang sering dihadapi dalam usaha pengembangan lahan sawah di Indonesia pada umumnya (Effendi, 2010), di Provinsi Kalimantan Barat pada khususnya yaitu:

- a. pH tanah rendah dan ketersediaan hara tanah yang terbatas;
- b. peningkatan kelarutan Fe dan masalah keracunan Fe (dalam tanaman >300 ppm dan dalam tanah >200 ppm);
- c. sisa panen tidak dikembalikan ke tanah;
- d. rekomendasi pemupukan diaplikasikan secara global pada setiap lokasi/lahan yang berbeda;
- e. kurangnya penelitian rekomendasi pemupukan pada lokasi spesifik;
- f. kebutuhan air banyak untuk pelumpuran; dan
- g. produktivitas lahan masih rendah.

Menurut Hardjowigeno dan Rayes (2005), bahwa penggenangan menyebabkan pH semua tanah mendekati 6,5-7,0, kecuali pada gambut masam atau tanah dengan kadar Fe aktif (Fe^{2+}) yang rendah. Produktivitas lahan sawah yang masih rendah berpengaruh terhadap ketersediaan hara, karena komposisi dan konsentrasi jenis ion di dalam tanah beragam sangat tergantung pada sifat-sifat tanah. Tanaman padi harus dipasok dengan hara dalam jumlah cukup selama periode pertumbuhan.

Penggenangan dan pembajakan sawah akan menyebabkan tanah menjadi lumpur sehingga akan mempengaruhi sifat fisika pada tanah sawah. Pembajakan pelumpuran tanah yang biasa dilakukan petani ternyata menyebabkan banyak butir tanah halus dan unsur hara terbawa air irigasi. Apabila pengelolaan tanah sempurna dilahan sawah bertujuan untuk menyiapkan media tumbuh dan mengendalikan gulma maka efisiensinya perlu dipertanyakan (Utomo dan Nazaruddin, 1966).

3. Karakteristik Tanah Entisol

Entisols merupakan tanah – tanah yang cenderung menjadi tanah asal yang baru. Entisols, tanah – tanah dengan regolit dalam atau bumi tidak dengan horizon, kecuali mungkin lapis bajak (Foth, 1998). Tanah Entisol. baru tingkat permulaan dalam perkembangan tanah. Tidak ada horizon penciri lain kecuali epipedon ochrik, albik, atau histik (Ent – Recent = baru). Tanah ini dulu disebut tanah Aluvial atau Regosols (Hardjowigeno, 1987).

Tanah entisols sebagai tanah yang memenuhi syarat bila regim suhu adalah mesik, isomesik atau lebih panas dan pada waktu kering ditemukan retakan – retakan sampai selebar 1 cm pada kedalaman 50 cm tapi pada kadar liat <50cm dan Satu diantara syarat dari kriteria berikut ini yaitu bahan sulfidik pada kedalaman <50 cm dari permukaan tanah mineral atau mempunyai horizon penciri epipedon ochrik, albik, anthropik, histik atau spodik pada kedalaman lebih dari 2 meter (Soil Survey Staff, 2014).

Entisols mempunyai kadar lempung dan bahan organik rendah, sehingga daya menahan airnya rendah, struktur remah sampai berbutir dan sangat sarang hal

ini menyebabkan tanah tersebut mudah melewatkan air dan air mudah hilang karena perkolasi (Jamilah, 2003).

Karakteristik Entisols bertekstur lempung berpasir dan kadar liat yang rendah menyebabkan NH_4^+ sedikit yang terikat dengan koloid tanah sehingga terjadi volatilisasi dimana NH_4^+ membentuk NH_3 dengan reaksi berikut $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$. Sifat NH_3 yang mudah menguap dan porositas Entisols yang besar menyebabkan NH_3 mudah keluar dari dalam tanah sehingga kadar N total pada Entisols menurun.

4. Sifat Fisika Tanah

a. Tekstur Tanah

Tekstur dapat juga disebut besar butir tanah, termasuk Satu diantara sifat tanah yang sering ditetapkan. Hal ini disebabkan karena tekstur tanah berhubungan erat dengan pergerakan air dan zat terlarut, udara, pergerakan panas, berat volume tanah, luas permukaan spesifik (*specific surface*), kemudahan tanah memadat (*compressibility*), dan lain-lain (Hillel, 1982). Tekstur adalah perbandingan relatif antara fraksi pasir, debu dan liat, yaitu partikel tanah yang diameter efektifnya ≤ 2 mm.

Tanah tersusun dari butir-butir tanah dengan berbagai macam ukuran. Pada bagian butir tanah yang memiliki ukuran lebih dari 2 mm disebut bahan kasar tanah seperti kerikil, koral sampai batu. Bagian butir tanah yang berukuran kurang dari 2 mm disebut bahan halus tanah. Bahan halus tanah dibedakan menjadi : 1) Pasir (*sand*), yaitu butir tanah yang berukuran antara 0,050 mm sampai dengan 2 mm . 2) Debu (*silt*), yaitu butir tanah yang berukuran antara 0,002 mm sampai dengan 0,050 mm. 3) Liat (*clay*) yaitu butir tanah yang berukuran kurang dari 0,002 mm. Partikel berukuran diatas 2 mm seperti kerikil dan bebatuan kecil tidak tergolong sebagai tanah fraksi, tetapi menurut Lal (1979) harus diperhitungkan evaluasi tekstur tanah.

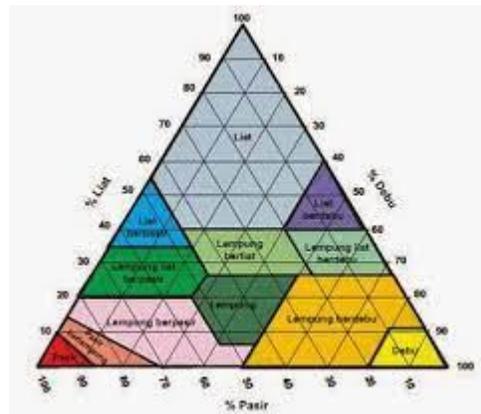
Menurut Hanafiah (2007), berdasarkan kelas teksturnya maka tanah digolongkan menjadi :

- 1). Tanah bertekstur kasar atau tanah berpasir, berarti tanah yang mengandung minimal 70 % pasir : bertekstur pasir atau pasir berlempung.
- 2). Tanah bertekstur halus atau kasar berliat, berarti tanah yang mengandung minimal 37,5 % liat atau bertekstur liat, liat berdebu atau liat berpasir.
- 3). Tanah bertekstur sedang atau tanah berlempung, terdiri dari :
 - Tanah bertekstur sedang tetapi agak kasar meliputi tanah yang bertekstur lempung berpasir (*sandy loam*) atau lempung berpasir halus.
 - Tanah bertekstur sedang meliputi yang bertekstur berlempung berpasir sangat halus, lempung (*loam*), lempung berdebu (*silty loam*) atau debu (*silt*).
 - Tanah bertekstur sedang tetapi agak halus mencakup lempung liat (*clay loam*), lempung liat berpasir (*sandy clay loam*), atau lempung liat berdebu (*sandy silt loam*).

Pada umumnya tekstur tanah sawah tergantung lamanya penggenangan di lahan, semakin lama penggenangan semakin halus tekstur tanah atau semakin tinggi gleisasi tekstur tanah. Pada tanah sawah yang memiliki tekstur lempung berpasir, lapisan tapak bajak akan mulai terbentuk setelah tiga tahun penyawahan pada pengolahan tanah secara mekanis. Sedangkan pada tanah sawah yang memiliki tekstur liat halus, lapisan tapak bajak akan terbentuk setelah 10–12 tahun penyawahan. Setelah 50 tahun terlihat jelas, dan setelah 200 tahun, lapisan tapak bajak sudah berkembang dengan baik (Kanno et al., 1964).

Namun demikian Lal (1985) menyatakan bahwa yang paling sesuai untuk dijadikan sawah adalah tanah dengan kelas tekstur halus. Kawaguchi dan Kyuma dalam Lal (1985) melaporkan bahwa 40% tanah sawah di Asia Selatan dan Tenggara mengandung paling sedikit 45% liat. Secara lebih spesifik Grant dalam Prihar et al. (1985) menyatakan bahwa tanah-tanah dengan kandungan liat 25-50% pada lapisan tanah atas (*top soil*) dan tekstur yang sama atau lebih tinggi pada lapisan bawah (*subsoil*) sangat mendukung peningkatan hasil padi. Segitiga tekstur tanah dapat dilihat pada gambar dua.

Tekstur tanah ditentukan dengan metode segitiga tekstur dengan berbagai perbandingan pasir, debu dan liat dikelompokkan atas berbagai kelas tekstur yang jumlahnya terbagi menjadi 12 kelas tekstur. Gambar 2 adalah segitiga tekstur tanah.



Gambar 2. Segitiga Tekstur Tanah

b. Struktur Tanah

Struktur tanah adalah kumpulan butir-butir tanah disebabkan terikatnya butir-butir pasir, liat dan debu oleh bahan organik, oksida besi dan lain-lain (Arsyad, 2005). Struktur tanah adalah faktor terpenting dalam mempengaruhi infiltrasi adalah ukuran pori dan kemantapan pori. Pori-pori yang mempunyai diameter besar (0,06 mm atau lebih) memungkinkan air keluar dengan cepat sehingga beraerasi baik, pori-pori tersebut juga memungkinkan udara keluar dari tanah sehingga air dapat masuk. Struktur tanah memiliki bentuk yang berbeda-beda yaitu lempeng, prismatic, kubus, dan granular (Hardjowigeno, 2003).

Struktur tanah merupakan kombinasi atau susunan partikel-partikel tanah primer (pasir, debu dan liat) sampai pada partikel-partikel sekunder atau (*ped*) atau disebut juga agregat.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi pembentukan struktur tanah, yaitu (1) bahan induk, (2) bahan organik tanah, (3) tanaman, (4) organisme tanah, (5) waktu, (6) Iklim. Di dalam tanah dengan struktur yang baik, partikel pasir dan debu dipegang bersama pada agregat-agregat (gumpalan kecil) oleh liat

humus dan kalsium. Ruang kosong yang besar antara agregat (makropori) membentuk sirkulasi air dan udara juga akar tanaman untuk tumbuh ke bawah pada tanah yang lebih dalam. Sedangkan ruangan kosong yang kecil (mikropori) memegang air untuk kebutuhan tanaman (Hardjowigeno,1987).

Pada tanah sawah karena tanah masih terus-menerus tergenang , maka tanah masih belum dapat membentuk struktur tanah. Pada waktu padi mulai tua, penggenangan mulai dihentikan, sehingga tanah mulai mengering, dari struktur lumpur mula – mula tanah berubah menjadi seperti pasta , kemudian memadat sehingga berstruktur masih. Bila kondisi kering terus berlanjut, tanah akan retak-retak dan terjadi agregasi kembali, sehingga terbentuk struktur gumpal, bila tanah tidak mengandung mineral liat 2:1, atau dapat juga terbentuk struktur tiang atau prismatic, bila tanah banyak mengandung mineral liat 2:1 Pada umumnya struktur tanah memiliki ukuran yang berbeda-beda tergantung dari bentuk struktur tanah itu sendiri.

Sedangkan sifat fisika yang baik dicirikan dengan struktur tanah yang gembur (Sarief, 1986). Tabel 1 merupakan ukuran dan bentuk struktur tanah.

Tabel 1. Bentuk Struktur Tanah

Kelas	Ukuran	Bentuk						
		Lempeng	Prismatik	Kolumnar	Gumpal Membulat	Gumpal Menyudut	Granular	Remah
1	Sangat Halus atau Sangat Tipis	Sangat Tipis < 1 mm	Sangat Tipis < 10 mm	Sangat Tipis < 10 mm	Sangat Halus < 5 mm	Sangat Halus < 5 mm	Sangat Halus < 1 mm	Sangat Halus < 1 mm
2	Halus atau Tipis	Tipis 1-2 mm	Tipis 10-20 mm	Tipis 10-20 mm	Halus 10 mm	Halus 10 mm	Halus 1-2 mm	Halus 1-2 mm
3	Sedang	Sedang 2-5 mm	Sedang 20-50 mm	Sedang 20-50 mm	Sedang 10-20 mm	Sedang 10-20 mm	Sedang 1-5 mm	Sedang 1-5 mm
4	Kasar atau Tebal	Tebal 50-100 mm	Tebal 50-100 mm	Tebal 50-100 mm	Kasar 20-50 mm	Kasar 20-50 mm	Kasar 5-10 mm	Kasar 5-10 mm
5	Sangat Kasar atau Sangat Tebal	Sangat Tebal > 10 mm	Sangat Tebal > 100 mm	Sangat Tebal > 100 mm	Sangat Kasar > 50 mm	Sangat Kasar > 50 mm	Sangat Kasar > 10 mm	Sangat Kasar > 10 mm

Sumber : Susanto (2005)

c. Bobot Isi Tanah

Bobot isi (*bulk density*) merupakan satu diantara sifat fisika tanah yang ikut menentukan kualitas sifat fisika tanah bagi pertumbuhan tanaman. Bobot isi berkaitan erat dengan kerapatan tanah (massa tanah/ volume tanah), jadi semakin tinggi bobot isi, tanah semakin padat. Menurut Kartasapoetra (1991), semakin tinggi bobot isi tanah menyebabkan kepadatan tanah meningkat, aerasi dan drainase terganggu, sehingga perkembangan akar menjadi tidak normal. Nilai bobot isi tanah dapat menggambarkan adanya lapisan tanah, pengolahan tanah, kandungan bahan organik, mineral, porositas, daya memegang air, sifat drainase dan kemudahan tanah ditembus akar.

Bobot isi juga dipengaruhi oleh kandungan kadar air apabila suatu tanah memiliki kandungan kadar air yang tinggi maka bobot isi tanah tersebut dapat dipastikan rendah (Hardjowigeno, 2007). Pada tanah sawah terutama sawah pasang surut yang sering mengalami penggenangan yang disebabkan oleh pasangannya air sungai sehingga bobot isi pada lahan tersebut cenderung memiliki kadar yang rendah. Pada umumnya bobot isi tanah mineral berkisar antara 1,1 – 1,6 g/cm³ untuk tekstur tanah liat dan debu, sedangkan pasir berkisar antara 1,5 – 1,8 g/cm³ (Hillel, 1982). Beberapa jenis tanah yang mempunyai *bulk density* kurang dari 0,90 g/cc (misalnya tanah andosol), bahkan ada yang kurang dari 0,10 g/cc misalnya tanah gambut (Hardjowigeno, 2003). Tabel 1 kriteria bobot isi tanah.

Tabel 2. Kriteria Bobot Isi Tanah

Bobot Isi Tanah (g/cm³)	Kriteria Bobot Isi Tanah	
< 0,90	Rendah	Ringan
0,90-1,2	Sedang	Sedang
1,2- 1,	Tinggi	Berat
>1,4	Sangat Tinggi	Sangat Berat

Sumber : Laboratorium Fisika Tanah FP, UB (2006)

d. Porositas Tanah

Porositas Tanah adalah ruang volume seluruh pori-pori makro dan mikro dalam tanah yang dinyatakan dalam persentase volume tanah di lapangan. Dalam definisi lain porositas tanah diartikan sebagai ukuran dari ruang pori yang terdapat dalam volume tanah yang ditempati oleh air dan udara. Menurut Herdjowigeno (2007), porositas tanah erat kaitannya dengan tingkatan kepadatan tanah, semakin padat tanah berarti semakin susah untuk menyerap air, sehingga porositas tanah semakin kecil. Kebalikannya semakin mudah tanah menyerap air sehingga tanah tersebut memiliki porositas yang besar.

Menurut ukurannya porositas tanah dikelompokkan ke dalam ruang pori kapiler yang dapat menghambat pergerakan air menjadi pergerakan kapiler dan ruang pori non kapiler yang dapat memberi kesempatan pergerakan udara dan perkolasi secara cepat sehingga sering disebut pori drainase.

Satu diantara faktor yang mempengaruhi porositas tanah adalah curah hujan jika curah hujan tinggi tanah tersebut akan mengalami pengembangan dan pori tanah pada saat tersebut akan banyak terisi oleh air juga akan mempengaruhi kelembaban tanah tersebut yang nantinya akan berpengaruh pada porositasnya, sebaliknya pada musim kemarau atau kering tanah akan mengerut dan pori tanah akan semakin besar tetapi kebanyakan akan diisi oleh udara, sehingga nantinya akan berpengaruh terhadap porositas tanah tersebut.

Selain itu, struktur tanah juga akan sangat berpengaruh, karena sangat bergantung pada kadar liat, pasir, dan debu yang dikandung tanah tersebut apabila struktur tanah dirusak maka porositas tanah tersebut akan berubah (Pairunan, 1997). Pada tanah sawah dikarenakan sering mengalami penggenangan sehingga mengakibatkan tanah tersebut memiliki aerasi yang kurang baik. Penggenangan juga mengakibatkan tanah menjadi lebih padat dan memiliki tekstur tanah yang halus sehingga porositas tanah tersebut lambat. Sarief (1986) menyatakan bahwa porositas yang baik pada sifat fisik tanah berkisar antara 30% - 50%. Tabel 3 merupakan kriteria porositas tanah.

Tabel 3. Tabel Kriteria Porositas Tanah

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

Sumber : Arsyad (2010)

e. Kadar Air Tanah Kapasitas Lapangan

Kadar air kapasitas lapang adalah kadar air tanah di lapang pada saat air drainase sudah berhenti atau hampir berhenti mengalir karena adanya gaya gravitasi setelah sebelumnya tanah tersebut mengalami jenuh sempurna. Ketersediaan air dalam tanah dipengaruhi banyaknya curah hujan atau irigasi, kemampuan tanah menahan air, besarnya evapotranspirasi (penguapan langsung melalui tanah dan melalui vegetasi), tingginya muka air tanah, senyawa kimiawi atau kandungan garam-garam, dan kedalaman solum tanah atau lapisan tanah (Madjid, 2010). Beberapa faktor yang mempengaruhi kadar air tanah yaitu kadar bahan organik, senyawa kimiawi, tekstur tanah, iklim dan tumbuhan, kedalaman solum, struktur tanah, permeabilitas, serta pori tanah. Kedalaman solum atau lapisan tanah sangat menentukan volume simpanan air, semakin dalam maka ketersediaan kadar air juga akan semakin banyak. Kadar air tanah dinyatakan dalam persen volume yaitu persentase volume air terhadap volume tanah (Haridjaja dkk., 2013; Gusdi dkk., 2014).

Tanaman padi membutuhkan air yang volumenya berbeda setiap fase pertumbuhannya, yaitu pada yaitu fase vegetatif (0-60 hari), fase generatif (60-90 hari) dan fase pemasakan (90-120 hari) (Subagyo *et al.*, 2004). Tabel 4 adalah kriteria kadar air tanah kapasitas lapangan.

Tabel 4. Kriteria Kadar Air Tanah Kapasitas Lapangan

KA Kapasitas Lapangan (% volume)	Kriteria
< 2	Sangat Rendah
20-30	Rendah
30-45	Sedang
46-70	Tinggi
70-100	Sangat Tinggi

Sumber : Hardjowigeno (2007)

f. Permeabilitas Tanah

Sifat fisika tanah tidak terlepas dari permeabilitas tanah, permeabilitas tanah merupakan tingkatan kemampuan tanah meloloskan air yang melaluinya. Secara kuantitatif permeabilitas tanah diartikan sebagai kecepatan Bergeraknya suatu cairan pada suatu media berpori dalam keadaan jenuh, tanah dengan permeabilitas yang besar, mampu menaikkan laju infiltrasi sehingga menurunkan laju aliran permukaan yang terjadi di dalam tanah. Menurut Dariah dkk. (2006) dengan bertambahnya kadar air maka bobot isi tanah semakin bertambah besar dan koefisien permeabilitas semakin kecil. Pada saat kadar air optimum, bobot isi tanah mencapai maksimum dan koefisien permeabilitas mencapai minimum. Bila terjadi pertambahan kadar air setelah mencapai optimum, maka bobot isi tanah semakin kecil dan koefisien permeabilitas semakin besar. Permeabilitas tanah meningkat bila (a) agregasi butir-butir tanah menjadi remah, (b) adanya saluran bekas lubang akar tanaman yang terdekomposisi, (c) adanya bahan organik, dan (d) porositas tanah yang tinggi (Mohr dan Bahren, 1954).

Tanah sawah pada umumnya memiliki tingkat permeabilitas yang lambat hal ini dikarenakan kondisi fisik tanah yang padat dan teksturnya yang halus sehingga tanah tersebut memiliki ukuran pori – pori yang kecil. Ukuran pori dan adanya hubungan antar pori-pori sangat menentukan apakah tanah mempunyai permeabilitas rendah atau tinggi dimana permeabilitas juga mungkin mendekati nol apabila pori-pori tanah sangat kecil, seperti pada tanah liat (Dariah., dkk. 2006). Permeabilitas berbeda dengan drainase yang lebih mengacu pada proses pengaliran air saja, permeabilitas dapat mencakup bagaimana air,

bahan organik, bahan mineral, udara dan partikel – partikel lainnya yang terbawa bersama air yang akan diserap masuk kedalam tanah (Rohmat,2009).

Faktor-faktor yang mempengaruhi permeabilitas tanah diantaranya tekstur, porositas, kandungan bahan organik, kerapatan massa,kerapatan partikel dan kedalaman efektif tanah. Tanah yang paling sesuai untuk dijadikan lahan sawah adalah tanah dengan tingkat permeabilitas agak lambat. Emerson dan Foster (1985) menyatakan bahwa konduktivitas hidraulik dalam keadaan jenuh pada tanah sawah harus cukup rendah untuk mencegah hilangnya air, namun demikian masih cukup besar untuk mengalirkan (mencuci) bahan-bahan beracun. Kriteria laju permeabilitas tanah disajikan pada Tabel 5

Tabel 5. Kriteria Permeabilitas Tanah

Kelas Permeabilitas	Konduktivitas Hidrolik (cm/jam)
Sangat lambat	< 0,1
Lambat	0,1-0,5
Agak Lambat	0,5-2,0
Sedang	2,0-6,5
Agak Cepat	6,5-12,5
Cepat	12,5-25,0
Sangat Cepat	>25,0

Sumber : Uhland O'Neal (1951)

5. Sifat Kimia Tanah

a) Bahan Organik dan C-Organik Tanah

C-organik tanah merupakan bahan organik yang terkandung di dalam maupun pada permukaan tanah yang berasal dari senyawa karbon di alam, dan 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 (Triesia, 2011).

Menurut Wilson dkk, (2015) dalam penelitiannya bahwa semakin tinggi C-Organik pada bahan organik, maka akan terjadi dekomposisi yang menghasilkan asam-asam organik yang menghasilkan anion organik, kemudian akan mengikat ion Al, Fe dan Ca sehingga membentuk senyawa kompleks yang mengakibatkan P menjadi tersedia di dalam larutan tanah.

Kandungan C-organik pada tanah yang disawahkan secara umum lebih tinggi (1,19-3,63 %) daripada kandungan C-organik pada tanah kering (0,59-2,65%). Tingginya C-organik pada tanah yang disawahkan disebabkan adanya penambahan bahan organik yang berasal dari sisa-sisa akar tanaman padi serta berlangsungnya proses dekomposisi yang lebih lambat daripada tanah-tanah yang disawahkan (Rahayu dkk, 2014). Kriteria penilaian bahan organik tanah disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Kriteria Penilaian C-Organik Tanah

Kriteria	% C-Organik
Sangat rendah	<1,00
Rendah	1,00 – 2,00
Sedang	2,01 – 3,00
Tinggi	3,01 – 5,00
Sangat Tinggi	>5,00

(Staff Pusat Penelitian Tanah, 1983)

b) N – Total Tanah

N adalah komponen penting dari asam amino, asam nukleat, nukleotida, dan klorofil. Unsur hara N merupakan unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang besar. Sebagian besar kebutuhan N pada tanaman dicukupi dari perlakuan pemupukan yang diberikan. Hal ini terjadi karena lebih dari 90% nitrogen dalam tanah biasanya dalam bentuk N-organik dalam jumlah yang relatif kecil dan dalam bentuk amonium dan nitrat, sehingga bisa tersedia bagi tanaman (Winarso, 2005). Unsur hara N-total memiliki peranan yang sangat penting dalam pertumbuhan tanaman terutama pada fase vegetatif. N-total merupakan jumlah keseluruhan N yang tersedia dalam tanah. Nitrogen terdiri atas beberapa tingkat valensi yang tergantung pada kondisi lingkungan mikro dalam tanah (Widyati dan Rostiwati, 2010).

Pada tanah tergenang N merupakan unsur hara yang tidak stabil hal ini dikarenakan proses mineralisasi bahan organik (amonifikasi, nitrifikasi dan denitrifikasi) oleh mikroba tanah tertentu. Khusus tanah tergenang, tidak adanya

O₂ akan menghambat aktivitas Nitrosomonas (bakteri nitrifikasi) untuk mengoksidasi NH₄⁺ sehingga mengakibatkan mineralisasi berhenti sampai ke bentuk NH₄⁺. Dikarena tanah sawah yang tergenang air ditemukan lapisan tanah tipis di permukaan yang memiliki sifat aerobik sehingga pada lapisan tersebut terjadilah proses nitrifikasi sehingga terbentuk senyawa NO₃⁻ yang stabil dalam keadaan oksidatif. Hasil penelitian Sipahutar dan Kasno (2009) mendapatkan bahwa kandungan N total tanah sawah sebelum perlakuan adalah 0,09 % hal ini disebabkan kandungan C-Organik rendah sehingga kadar N rendah pula. Satu diantara faktor yang mengakibatkan tanah sawah rendah unsur N ialah kebiasaan petani yang tidak mengembalikan jerami ke sawah. Kategori nilai kriteria kandungan N-total tanah disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Kriteria Kandungan Nilai N-total Tanah

No	Nilai N-total (%)	Kategori
1	<0,1	Sangat Rendah
2	0,1 – 0,2	Rendah
3	0,21- 0,5	Sedang
4	0,51-0,75	Tinggi
5	> 0,75	Sangat Tinggi

Sumber : Pusat Penelitian Tanah (1983)

c) C/N Rasio Tanah

Rasio Carbon-Nitrogen (C/N) merupakan cara untuk menunjukkan gambaran kandungan nitrogen relatif. Rasio C/N adalah jumlah relatif karbon terhadap nitrogen pada bahan organik yang dirombak, merupakan cara untuk menunjukkan gambaran kandungan nitrogen relatif. Rasio C/N dari bahan organik merupakan petunjuk kemungkinan kekurangan nitrogen dan persaingan di antara mikroba-mikroba dan tanaman tingkat tinggi dalam penggunaan nitrogen yang tersedia dalam tanah (Foth, 1994).

Nisbah C/N yang baik antara 15-20 dan akan stabil pada saat mencapai perbandingan 15. Nisbah C/N yang terlalu tinggi mengakibatkan proses berjalan lambat karena kandungan nitrogen yang rendah.

Rasio C/N yang terlalu tinggi akan memperlambat proses pembusukan, sebaliknya jika terlalu rendah walaupun awalnya proses pembusukan berjalan dengan cepat, tetapi akhirnya melambat karena kekurangan C sebagai sumber energi bagi mikroorganisme (Pandebesie, 2013). Jika rasio C/N telah mencapai angka 12-20 berarti unsur hara yang terikat pada humus telah dilepaskan melalui proses mineralisasi sehingga dapat digunakan oleh tanaman. Umumnya, rasio C/N yang baik digunakan pada lahan berkisar antara 15-20 (Gairind, 2014). Namun rasio C/N yang memiliki nilai 10 lebih disarankan untuk hasil yang ideal (Peng, *et al.*, 2016).

d) pH Tanah

Perubahan pH pada tanah yang tergenang mempengaruhi konsentrasi hara dan unsur hara melalui proses (a) keseimbangan kimia, (b) jerapan dan pelepasan, (c) penguapan (volatilisasi) NH_3 , dan (d) proses mikrobiologis yang melepaskan atau yang menghancurkan unsur hara tanaman atau yang menghasilkan bahan beracun (Hardjowigeno dan Rayes, 2005).

Secara keseluruhan nilai pH pada tanah yang diolah menjadi lahan sawah menurun seiring dengan meningkatnya kedalaman tanah, meskipun tidak terlalu signifikan. Ini disebabkan karena proses penggenangan menyebabkan dekomposisi bahan organik lebih lambat sehingga menurunkan pH tanah. Proses penggenangan yang dilakukan pada tanah sawah akan berpengaruh pada tanah tanah masam dan alkalis (Rahayu dkk, 2014). Penggenangan pada tanah mineral masam akan mengakibatkan nilai pH tanah meningkat dan sebaliknya pada tanah basa akan mengakibatkan nilai pH tanah menurun mendekati netral.

Peningkatan pH pada tanah masam dapat menguntungkan bagi padi, diantaranya: menekan keracunan aluminium, mangan, besi, karbon dioksida, dan asam organik; meningkatkan ketersediaan P, Si, dan Mo, serta mendukung proses mikroorganisme yang melepaskan berbagai nutrisi (Prasetyo dkk., 2004). Nilai pH optimum yang sesuai untuk pertumbuhan padi berkisar antara 5,5-7,5.

(Prasetyo dan Setyorini, 2008). Kategori penilaian pH tanah disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Kriteria Penilaian pH

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

(Staf Pusat Penelitian Tanah, 1983)

6. Pengaruh Jarak dari Sungai Terhadap Sifat Fisika Tanah

Sifat fisika tanah dibentuk oleh empat komponen utama tanah yang meliputi : partikel-partikel mineral, bahan organik, air dan udara. Perbandingan keempat komponen tersebut bervariasi hal ini bergantung berdasarkan jenis tanah, lokasi, dan kedalaman. Lokasi tanah yang memiliki jarak tidak terlalu jauh dari sungai memiliki sedikit perbedaan dengan tanah yang lokasinya jauh dari sungai. Dikarenakan kondisi tanah yang sering mengalami penggenangan. Perbedaan jarak ini akan mempengaruhi lamanya penggenangan sehingga akan berpengaruh pada sifat fisika tanah diantaranya bobot isi tanah. Bobot isi juga dipengaruhi oleh kandungan kadar air apabila suatu tanah memiliki kandungan kadar air yang tinggi maka bobot isi tanah tersebut dapat dipastikan rendah (Hardjowigeno, 2007).

Perbedaan jarak lahan dari sungai akan mempengaruhi jumlah kandungan unsur hara yang ada pada lahan. Posisi lahan yang dekat dengan sungai lebih banyak mendapatkan endapan lumpur sehingga lahan tersebut lebih subur dibandingkan posisi lahan yang jaraknya lebih jauh dari sungai. Perbedaan pasang tertinggi dan pasang terendah dengan arus yang kuat, yang kemudian mempengaruhi total suspensi sedimen yang terbawa air dan akhirnya berpengaruh terhadap proses sedimentasi (Hariyanto dkk., 2017). Air yang ada

pada lahan yang posisinya lebih jauh jaraknya dari sungai biasanya lebih jernih dikarenakan endapan lumpur yang sedikit.

Selain itu, faktor geografis juga sangat mempengaruhi proses sedimentasi seperti yang terjadi di Sungai Mekong terbentuknya delta yang merupakan hasil endapan sungai dipengaruhi beberapa faktor seperti curah hujan, temperatur, dan karakteristik geografi (Thuy dan Anh, 2015).

B. Kerangka Konsep

Lahan pasang surut yang berada di lokasi merupakan lahan dengan tipe luapan A yang dimana lahan yang selalu terluapi air pasang, baik pada saat pasang maksimum (*spring tide*) maupun pasang minimum (*neap tide*). Lahan sawah di lokasi merupakan lahan sawah irigasi yang sumber airnya bersumber dari sungai tepatnya sungai landak yang memiliki luas sebesar 45 ha. Sawah tersebut merupakan lahan sawah milik pribadi petani setempat yang digarap secara gotong royong. Jenis tanah pada lahan yang di lokasi penelitian yaitu tanah entisol. Berdasarkan peta jenis tanah entisol memiliki luas sebesar 308,66 ha atau sekitar 23,67% dari total luas Desa Jawa Tengah.

Sifat fisik tanah merupakan unsur lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap tersedianya air, udara tanah dan ketersediaan unsur hara tanaman. Kondisi ini tentu saja mempengaruhi potensi tanah untuk berproduksi secara maksimal bahkan lebih penting pengaruhnya dibandingkan sifat kimia maupun biologi tanah. Sifat fisik tanah tentu perlu diketahui karena sangat mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman, menentukan penetrasi akar di dalam tanah, retensi air, drainase aerasi dan nutrisi tanaman serta mempengaruhi sifat kimia dan biologi tanah. Perbedaan jarak antara sungai dengan lahan mengakibatkan perbedaan waktu air menggenangi lahan. Semakin dekat jarak saluran air dengan lahan semakin lama air menggenangi lahan tersebut sehingga sifat fisika dari lahan tersebut tentunya berbeda yang diakibatkan kondisi drainase air di lahan. Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi perbedaan sifat fisika tanah sawah pasang surut berdasarkan perbedaan jarak dari sungai.