

BAB II.

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Karakteristik Lahan Rawa Pasang Surut

Lahan adalah suatu lingkungan fisik yang meliputi tanah, iklim, relief, hidrologi dan vegetasi, dimana faktor-faktor tersebut berpengaruh terhadap penggunaannya. Dalam hal ini menyangkut akibat-akibat pantai, penebangan hutan, dan akibat-akibat yang merugikan seperti erosi dan akumulasi garam (Hardjowigeno dan Widiatmaka, 2001). Lebih jauh dijelaskan, bahwa karakteristik lahan mencakup faktor-faktor lahan yang dapat diukur/ditaksir, seperti lereng, curah hujan, tekstur tanah, air tersedia dan sebagainya. Sifat-sifat tersebut saling berinteraksi.

Lahan rawa pasang surut terdiri dari daerah-daerah payau secara langsung dipengaruhi oleh pasang surutnya air laut, rawa-rawa yang terbentuk karena letaknya yang lebih dari permukaan air sungai/air tawar, tanah-tanah tinggi yang selalu digenangi air yang bukan karena pasang surutnya air laut, melainkan karena pengaruh hujan lebat, berlangsungnya lama dari tanah-tanah tersebut. Wilayah rawa pasang surut mempunyai ciri lahan yang berbeda jika dibandingkan dengan wilayah pertanian lainnya, ciri-ciri tanahnya bersifat heterogen. Sifat ini terlihat pada sifat fisik dan kimia tanah.

Wilayah rawa pasang surut merupakan satu kesatuan geografis yang khas, dibentuk oleh keadaan tata air yang khas pula. Kekhususan ini disebabkan oleh hasil kerjasama antara lain faktor iklim, tanah dan vegetasi di daratan antara garis pantai dan daratan yang dipengaruhi oleh keadaan dan ketinggian air laut (Akhmad, 1996). Menurut Widjaja Adi *et al* (1993) dalam Widjaja Adi dan Alihamisyah (1998) membagi lahan pasang surut ke dalam empat tipologi utama, yaitu: lahan potensial, lahan sulfat masam, lahan gambut dan lahan salin dengan tipe empat luapan, yaitu: A, B, C, D. lebih lanjut dijelaskan bahwa tipe A yaitu daerah yang terluapi air baik pasang besar maupun pasang kecil, tipe B adalah rawa yang hanya terluapi pasang besar saja, tipe C yaitu daerah yang terluapi air pasang tetapi kedalaman air tanahnya < 50 cm dan tipe D sama seperti tipe C tetapi kedalaman air tanahnya > 50 cm.

Tanah pada lahan rawa pasang surut biasa juga disebut dengan tanah lahan basah. Tanah lahan basah dicirikan oleh *fiturhydromorfic* (*holomorfic*, *gypsimorfic*, *calsimorfic* atau *redoksimorfic*, tergantung pada luasan daerah tangkapan airnya) yang susunannya sesuai dengan perbedaan potensial redoks atau air yang terdapat pada tanah sawah, termasuk juga perubahan airnya (Blume and Schlichting, 1985). Lebih jauh dijelaskan oleh Stoops and Eswaran (1985) indikator mikromorfologi *hydromorfic* terbaik adalah dengan *fitur typic sesquioksida*.

Karakteristik dari tanah sawah pada lahan sulfat masam, terjadinya penggenangan selama masa pertumbuhan tanaman padi, jadi sesuai dengan persyaratan tumbuh tanaman padi (Moormann and Van De Wetering, 1985). Lebih jauh dijelaskan oleh Ponnamperna (1985), bahwa tanah pada kondisi tergenang dapat memberikan lingkungan yang menguntungkan, juga ketersediaan unsur hara akan meningkat dan senyawa racun tidak akan meracuni tanaman padi. Menurut Kyuma (1985) karakteristik utama dari tanah sawah di daerah tropis dilihat dan mengacu pada tanah sawah yang ada di Asia Tropis, iklim dan fisiografis merupakan dua faktor pengendali untuk distribusi lahan basah yang sebagian besar terjadi pada formasi geologi muda dalam kondisi iklim lembab.

2. Kendala Lahan Rawa Pasang Surut

Tanah-tanah di daerah rawa pasang surut berkembang dari bahan endapan muda yang berasal dari aktivitas pengendapan sungai-sungai yang bermuara di daerah tersebut. Bahan yang terangkut oleh aliran sungai terendapkan dalam dua macam lingkungan pengendapan, yaitu lingkungan pengendapan air tawar (aluvial sungai) yang terdapat pada bagian atas dan air payau/asin (aluvial marin) pada bagian bawahnya.

Menurut Widjaja Adhi dan Alihamsyah, (1998), lahan dalam keadaan tergenang, pirit relatif stabil dan tidak membahayakan bagi pertumbuhan tanaman. Bila drainase pada tanah sulfat masam potensial dilakukan hingga tinggi muka air tanah mencapai atau lebih dalam dari lapisan pirit, maka pirit akan teroksidasi menghasilkan asam sulfat. Lahan rawa pasang surut sebagai lahan marginal yang bermasalah kompleks. Tanah-tanah di daerah rawa pasang surut berkembang dari endapan muda yang berasal dari aktivitas pengendapan sungai-sungai yang

bermuara di daerah tersebut. Endapan-endapan tersebut berupa endapan lumpur atau fluvial yang mengandung liat tinggi maupun endapan pasir. Masalah fisik-kimia yang seringkali menjadi kendala utama di dalam pengembangan pertanian di wilayah rawa pasang surut antara lain adalah: (1) gambut yang terlalu tebal, (2) tanah yang terdiri dari pasir kuarsa, (3) tanah dengan lapisan sulfat masam di permukaan, (4) Intrusi air asin, (5) kurangnya pemeliharaan saluran drainase dan kanal dan (6) dinamika kesuburan tanah (Widjaja Adi dan Alihamsyah (1998).

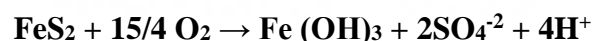
Faktor-faktor pembatas pada pengelolaan dan pengembangan sumberdaya air mempunyai peranan yang tidak dapat diabaikan dalam pengembangan pertanian yang berkelanjutan di daerah rawa pasang surut. Agroklimat, intrusi air asin dan hidrotopografi merupakan unsur-unsur dominan di dalam faktor-faktor pembatas itu.

Menurut Widjaja Adi dan Alihamsyah (1998) kendala sifat fisik dan kimia yang utama dalam pengembangan pertanian lahan rawa pasang surut meliputi genangan air, tingginya kemasaman tanah, kedalaman pirit, intrusi air asin, kesuburan tanahnya rendah. Genangan air yang tinggi terjadi pada musim hujan datang (September-Januari) sedangkan intrusi air asin terjadi pada saat musim kemarau datang (Juli-September). Pirit yang teroksidasi dapat meningkatkan kemasaman tanah akibatnya terjadi peningkatan konsentrasi Al dan Fe yang dapat membahayakan pertumbuhan akar tanaman.

3. Kendala Pada Lahan Sulfat Masam

Ciri utama tanah sulfat masam adalah adanya lapisan sulfurik setebal 15 cm, pH tanah < 3.5 , terdapat bercak kuning jarosit ($\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$), sering dijumpai pirit (FeS_2) dan bahan induk sulfidik. Bahan sulfidik (pirit) merupakan hasil endapan marin, pirit terbentuk melalui serangkaian proses kimia, geokimia dan biokimia secara bertahap. Ion-ion sulfat yang banyak terkandung dalam air laut oleh ayunan pasang diendapkan pada dataran-dataran pantai dan sebagian menjorok memasuki mintakat pasang surut. Besi yang merupakan penyusun mineral silikat dalam bahan induk tanah bersenyawa dengan sulfat. Pada dasarnya, persenyawaan antara sulfat dengan besi inilah yang membentuk pirit (Noor, 2004).

Pembentukan pirit dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain : tingginya kandungan bahan organik, suasana yang anaerob, jumlah sulfat terlarut dan kadar besi (Dent, 1986). Jadi pangkal dari permasalahan lahan sulfat masam adalah adanya lapisan pirit yang mengalami oksidasi dan akan menimbulkan proses pemasaman tanah. Lebih jauh dijelaskan oleh Dent (1986) , bahwa oksidasi pirit pada tanah sulfat masam terjadi pada beberapa tingkatan yang melibatkan proses-proses kimia. Pertama-tama adanya reaksi lambat penguraian oksigen yang akan mengoksidasi pirit yang kemudian menghasilkan Fe^{2+} dan sulfat (sulfur sederhana). Selanjutnya oksidasi sulfat oleh oksigen sangat lambat tapi dapat dikatalisasi oleh bakteri autotrop pada pH tanah di bawah netral. Permulaan pengasaman juga dapat terjadi oleh oksidasi kimiawi oleh besi *monosulfida amorfic*, walaupun dengan jumlah sedikit FeS_2 yang dihasilkan. Nilai pH pada keadaan oksidasi biasanya di bawah 4, Fe^{3+} dalam kondisi akan terlarut, hal ini akan mempercepat oksidasi pirit. Reaksi besi Fe^{3+} dengan sulfur berlangsung cepat, hal ini dapat dikatakan bahwa Fe^{3+} pengoksidasi pirit. Keberadaan oksigen dapat menghasilkan Fe^{2+} yang bermula dari teroksidasinya Fe^{3+} . Saat lahan tergenang pirit relatif stabil dan tidak membahayakan bagi pertumbuhan tanaman, namun bila dilakukan drainase terutama pada tanah sulfat masam potensial hingga muka air tanah mencapai atau lebih dari lapisan pirit maka pirit akan teroksidasi dan menghasilkan asam sulfat dan ion H^+ dengan reaksi :



Menurut Widjaja Adhi dan Alihamsyah., (1998) bahwa pada kondisi sangat masam ($\text{pH} < 4$), kelarutan aluminium meningkat tajam sehingga meracuni tanaman. Keracunan ini biasanya terjadi pada kondisi tanah kering atau mengalami masa kekeringan yang panjang. Keracunan aluminium dapat dicegah dengan penggenangan dan pencucian. Meskipun demikian, tindakan pencucian pada tanah sulfat masam guna menaikkan pH secara terus menerus pada kurun waktu yang lama akan berakibat tanah akan kekurangan basa-basa dan kompleks jerapan dijenuhi oleh aluminium.

Saat tanah digenangi, terjadi peningkatan pH yang akan menyebabkan reduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} , sehingga konsentrasi Fe^{2+} meningkat hingga mencapai ribuan mg/liter dalam larutan tanah. Fenomena ini terjadi terutama pada lahan

sulfat masam aktual (pirit telah teroksidasi) yang digenangi kembali oleh air hujan atau irigasi. Keracunan besi dapat dihindari dengan pengapuran, pengaturan drainase dan penanaman varietas yang toleran Widjaja Adhi dan Alihamsyah, 1998).

Menurut Dent (1986), bahwa kondisi yang sangat masam menyebabkan hara tidak tersedia. Ketersediaan fosfat sangat terbatas, karena fosfat diikat menjadi alumunium dan atau besi fosfat yang tidak larut dalam pH rendah. Adapun pemupukan P saja seringkali tidak efisien, apabila tidak dibarengi dengan pengapuran untuk mengurangi daya fiksasi dari alumunium dan besi.

Tanah sulfat masam ditandai warna tanah yang kelabu, bersifat mentah dan kemasaman sedang sampai tinggi. Identifikasi dan mengenal tanah sulfat masam dapat dilakukan di lapangan secara cepat, mudah dan sederhana. Warna matriks tanah sulfat masam umumnya coklat gelap untuk lapisan atas dan abu-abu (*grey*) untuk lapisan bawah yang menunjukkan adanya lapisan pirit. Warna coklat gelap menunjukkan tingginya kadar bahan organik, sedangkan warna abu-abu mencerminkan tingginya kadar mineral kaolinit. Warna matriks tanah sulfat masam mempunyai hubungan dengan ada tidaknya pirit. Warna abu-abu gelap kehijauan (*5 Y 4/1*) menunjukkan adanya pirit dan warna semakin gelap menunjukkan kadar pirit yang semakin tinggi (Noor, 2004).

4. Botani dan Syarat Tumbuh Tanaman Padi

Padi (*Oryza sativa. L*) termasuk dalam famili *Graminae*, sub famili *Oryzae*. Tanaman padi terbagi dalam dua bagian yaitu bagian vegetatif dan bagian generatif. Bagian vegetatif terdiri dari akar, batang, dan daun. Sedangkan bagian generatif terdiri dari malai dan bulir, bunga dan buah padi.

Akar tanaman padi tergolong sebagai akar serabut. Akar primer (*radicula*) yang tumbuh sewaktu berkecambah bersama akar-akar lain yang muncul selanjutnya akan digantikan oleh akar-akar sekunder yang tumbuh dari buku terbawah batang. Akar-akar ini disebut dengan akar adventif atau akar buku. (Manurung dan Ismunadji 1988).

Untuk tanaman padi sawah, unsur iklim yang penting adalah temperatur, rerata temperatur yang dikehendaki oleh tanaman padi adalah $> 18^{\circ}\text{C}$ dengan temperatur optimum antara 24 sampai 29°C . Curah hujan optimum untuk

tanaman padi sawah > 1.600 mm/tahun. Tanaman padi dapat tumbuh pada pH tanah berkisar antara 4,5-8,2. Nilai pH optimum untuk tanaman padi antara 5,5-7,5 (Widjaja Adi dan Alihamsyah, 1998).

5. Serapan Hara Pada Tanaman Padi

Pemanfaatan lahan pasang surut untuk produksi padi memerlukan perbaikan teknologi produksi, seperti pengapuran, pemupukan, penggunaan varietas yang toleran, penataan tanaman dan lahan serta pengendalian organisme pengganggu tanaman (Ar-Riza *et. al.*, 2003). Pemupukan merupakan salah satu kunci utama dalam pengembangan lahan pasang surut sebagai sentra produksi beras (Masganti, 2007). Lebih jauh dijelaskan, bahwa produktivitas padi di lahan pasang surut berkaitan erat dengan kemampuan tanaman padi menyerap hara. Salah satu faktor yang menentukan kemampuan tanaman menyerap hara adalah tingkat ketersediaan hara yang diantaranya dipengaruhi oleh tingkat kemasaman tanah (Marchner, 1986).

Ketersediaan hara di tanah mendorong peningkatan daya serap hara oleh tanaman, pada hal lahan pasang surut mempunyai tingkat kemasaman yang tinggi dan kahat hara ganda (Adimihardja *et. al.*, 1998). Oleh karena itu, di lahan yang demikian diperlukan tanaman padi yang efisien dalam memanfaatkan hara (Susanto *et. al.*, 2003). Dijelaskan oleh Makarim *et. al.* (1999) daya serap hara merupakan kemampuan tanaman secara nisbi menambang hara dari dalam tanah dan mengubahnya menjadi bagian tanaman. Semakin tinggi kemampuan tanaman menyerap hara, semakin tinggi hasil yang diperoleh (Masganti, 2007). Menurut De Datta (1981) serapan hara pada berbagai stadia tumbuh tanaman padi, diringkaskan sebagai berikut : (1) Pada tahap perkecambahan, kandungan N, P dan K meningkat lalu menurun kembali. Saat kandungan maksimum unsur tersebut berbeda-beda, tergantung pada pasokan unsur hara. (2) Kandungan N tanaman agak menurun setelah pindah tanam, lalu meningkat lagi hingga awal pembungaan. Setelah itu kandungan N menurun terus hingga masa pengisian bulir dan hampir konstan hingga stadium masak susu. (3) Kandungan P menurun cepat setelah pindah tanam, lalu meningkat secara bertahap dan mencapai puncak pada awal pembungaan. Kandungan yang tinggi ini bertahan selama masa berbunga lalu menurun sampai tahap pengisian bulir. Hal tersebut berhubungan dengan

translokasi dan akumulasi pati pada biji dan menunjukkan hubungan yang erat antara metabolisme karbohidrat dengan P. (4) Kandungan K menurun bertahap sejalan dengan pertumbuhan tanaman, lalu meningkat lagi dari masa pembungaan hingga stadium masak susu. (5) Perubahan persentase Ca sama dengan K. (6) Kandungan Mg tinggi sejak pindah tanam sampai pertengahan pembentukan anakan, lalu menurun secara bertahap, dan (7) Kandungan S menurun sejalan dengan pertumbuhan.

B. Kerangka Berpikir

Luas Kabupaten Kubu Raya berdasarkan Undang Undang No. 35. Tahun 2007, 698.520 Ha (65%) dari Kabupaten Induk, yaitu Kabupaten Pontianak. Bila dilihat dari Sub Sektor Pertanian Tanaman Pangan, dari luasan lahan tersebut yang bisa diusahakan untuk tanaman padi 97.5%.

Tahun 2012 luas tanaman padi di Kabupaten Kubu Raya 63.440 hektar dengan luas panen 61.109 hektar. Ada sekitar 2.331 hektar gagal panen dikarenakan oleh adanya serangan hama dan penyakit tanaman, terutama hama tikus dan pengaruh dari perubahan (*anomali*) iklim, yaitu : musim panas / kekeringan. Rata-rata produksi tanaman padi 34.96 kuintal/hektar dengan total produksi 213.282 ton. Berdasarkan data-data di atas, maka lahan yang tersedia masih cukup luas. Dari total lahan yang tersedia dan bisa diusahakan untuk tanaman padi 681.106 hektar (97.5 %) dari luas Kabupaten Kubu Raya, baru 63.440 hektar (9.3 %) yang digarap oleh petani, jadi masih ada seluas 617.666 hektar (90.07 %) sebelum dikurangi dengan peruntukan lahan lainnya.

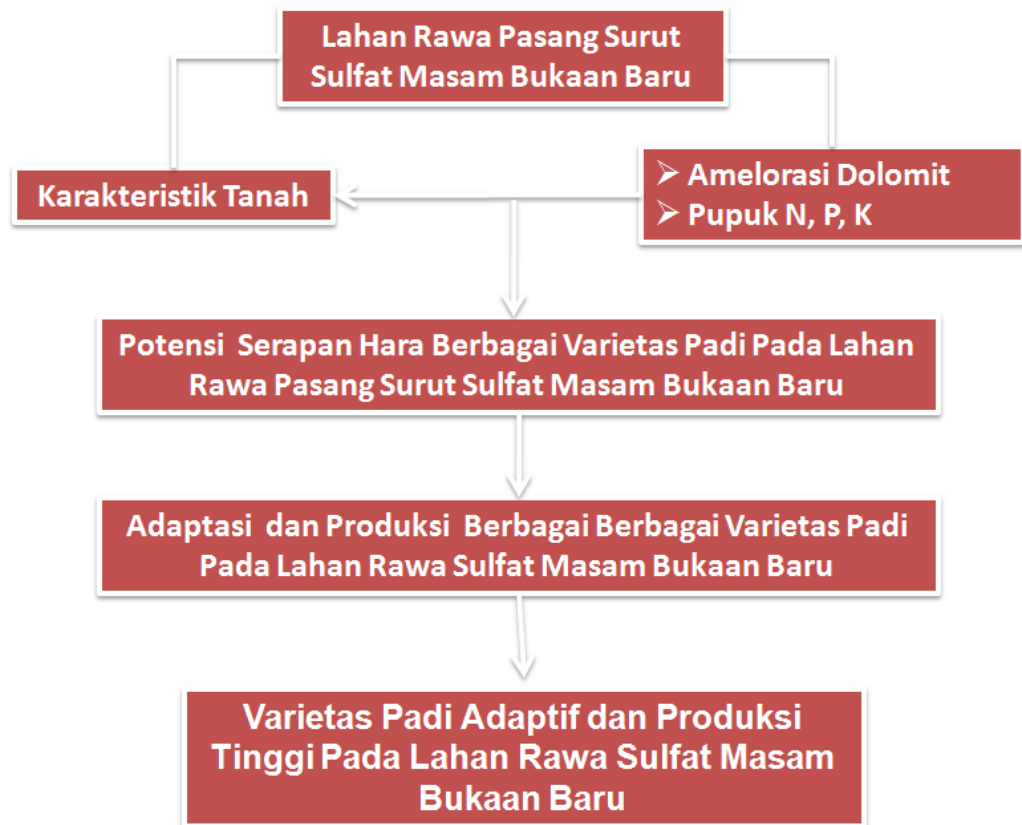
Tahun 2011, melalui Dinas Pertanian dan Peternakan Kabupaten Kubu Raya telah membuat Perencanaan Proyek Cetak Sawah seluas 200 hektar di Kecamatan Teluk Pakedai, diletakkan di 2 lokasi, yaitu Desa Teluk Pakedai Hulu 100 hektar dan Desa Selat Remis 100 hektar sebagai lahan bukaan baru. Sedangkan kegiatan di lapangan diawali dengan penebangan hutan sekunder dan pembakaran hasil tebangan dan lahan pada tahun 2012, pembuatan saluran drainase baru dilakukan pada tahun 2013. Pada musim tanam rendengan 2014 baru sebagian kecil petani memanfaatkan lahan tersebut, dikarenakan sebagian besar lahannya masih belum dibersihkan.

Di lokasi penelitian yang berjarak lebih kurang 1.5 km dari laut, lahan yang ada selalu tergenang air baik pada saat musim hujan maupun ketika pasang yang cukup tinggi. Kondisi lingkungan yang tergenang oleh air payau-asin dan kaya akan bahan organik merupakan kondisi yang sesuai untuk terjadinya pembentukan dan akumulasi senyawa besi sulfida (pirit). Keberadaan pirit yang berlebihan dapat membahayakan tanaman padi. Apabila teroksidasi, pirit dapat menimbulkan berbagai permasalahan pada lahan sulfat masam, terutama masalah kesuburan tanah. Kondisi ini dapat berakibat kurang baik bagi pertumbuhan dan produksi tanaman padi. Menurut hasil penelitian Akhmad (1996) bahwa semakin tinggi persen sulfat dan semakin dangkal keberadaan pirit sebagai hasil oksidasi pirit, maka tinggi tanaman, jumlah malai, kedalaman perakaran dan produksi tanaman padi semakin menurun.

Produksi padi di sekitar lokasi penelitian di lahan yang belum direklamasi 1,2 ton/ha pada musim rendengan dan 1,0 ton/ha di musim gadu, kondisi ini masih tergolong sangat rendah. Sangat rendahnya produktivitas, dapat dikarenakan oleh tingginya kemasaman tanah yang berakibat pada rendahnya ketersediaan unsur hara bagi tanaman padi. Kondisi tersebut memerlukan adanya suatu usaha perbaikan agar produksi tanaman padi di lahan pasang surut sulfat masam dapat ditingkatkan. Penelitian ini dilengkapi dengan pengambilan sampel tanah untuk dianalisis di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura, agar diketahui karakteristik dan kendala (fisika dan kimia tanah) dari tanah tersebut. Diketahuinya karakteristik dan kendala fisika dan kimia tanah serta faktor lingkungan, maka dapat dilakukan pengelolaan lahan melalui pengapuran dolomit dan pemupukan NPK untuk beberapa varietas tanaman padi, agar azas keseimbangan, pertanian berkelanjutan (*sustainable agriculture*) dan produktivitas lahan dapat ditingkatkan, serapan hara dan pertumbuhan tanaman beberapa varietas padi dapat diketahui serta varietas padi yang paling toleran dan berproduksi tertinggi juga dapat diketahui, baik penelitian rumah plastik dan di lapangan (Gambar 1).

Dari Gambar 1 (Skema Penelitian) dapat dijelaskan, bahwa penelitian ini terdiri dari 3 Topik Kajian, yaitu : 1). Karakteristik lahan rawa pasang surut sulfat masam bukaan baru. 2). Dosis pengapuran dan pemupukan serta potensi serapan

hara dan pertumbuhan berbagai varietas padi pada lahan rawa pasang surut sulfat masam bergambut bukaan baru. 3. Varietas padi yang adaptif dan produksi tertinggi pada lahan rawa pasang surut sulfat masam bukaan baru.



Gambar 1. Skema Penelitian