

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Tanah Pasir Pantai

Indonesia dikenal sebagai negara agraris, karena mempunyai areal pertanian yang sangat luas dan sebagian besar penduduknya bermata pencarian sebagai petani, akan tetapi dewasa ini lahan-lahan pertanian yang ada di Indonesia semakin sempit khususnya lahan produktif. Hal ini terjadi karena peningkatan pengembangan sektor industri yang menyebabkan alih fungsi lahan pertanian menjadi kawasan industri. Oleh karena itu, perlu dilakukan ekstensifikasi untuk memperoleh lahan pertanian baru. Lahan pasir pantai sangat berpotensi untuk dikembangkan menjadi lahan pertanian. Mengingat lahan pantai sangat luas dan belum dimanfaatkan secara optimal.

Pemanfaatan tanah pasir pantai untuk kepentingan pertanian di Indonesia merupakan satu diantara alternatif pemecahan masalah keterbatasan lahan. Kawasan Indonesia berupa kepulauan sehingga akan tersedia lahan pantai yang luas, namun demikian tanah di kawasan pantai pada umumnya belum memadai untuk budidaya tanaman. Selain tanah yang kurang subur dan didominasi pasir menjadi penyebab munculnya sifat fisik tanah yang merugikan yakni butiran tanah yang lepas-lepas. Hasil analisis tanah menunjukkan bahwa tanah pasir pantai didominasi fraksi pasir (94,68%) dengan porositas yang tinggi yakni 36,35%. Kandungan C organik (1,09%) dan kandungan hara lain relatif rendah.

Tanah pasir dengan ciri porositas yang tinggi akan menyebabkan tanah mudah meresap air. Kondisi demikian akan diikuti persoalan lain yakni tanaman akan mengalami cekaman kekeringan (Swasono, 2005). Lebih lanjut diungkapkan bahwa kontaminasi garam dijumpai di udara dekat permukaan tanah karena percikan air bergaram oleh akibat deburan ombak yang diikuti tiupan angin kencang. Namun demikian kontaminasi garam di udara dekat permukaan tanah tersebut tidak menyebabkan meningkatnya kandungan garam di tanah. Garam di permukaan tanah akan segera hilang karena pelindian baik oleh sebab pengairan maupun hujan.

Lahan pasir pantai merupakan lahan marginal yang memiliki produktivitas tanah rendah sebagai akibat dari struktur tanah lepas, kemampuan memegang air rendah, infiltrasi dan evaporasi yang tinggi, kesuburan rendah, bahan organik sangat rendah, temperatur yang tinggi dan angin kencang bergaram (Laxminarayana dkk,

1995; Kertonegoro, 2001; AlOmran *et al.*, 2004), KTK rendah (Massoud,1975) dan infiltrasi tinggi (Budiyanto, 2001). Ketersediaan udara yang berlebihan dalam pori menyebabkan pengeringan dan oksidasi bahan organik berjalan cepat (Syukur, 2005).

Tanah pasir pantai yang diambil di Desa Ceremai Kecamatan Paloh Kabupaten Sambas memiliki karakteristik yang tidak jauh berbeda pada tanah pasir pantai pada umumnya. Pasir pantai Dusun Ceremai sebagian besar terdiri dari 89,51% pasir, 10,49% debu, pH 4,88, C-organik yang rendah yaitu 1,16%, dan N-total 1,84%.

2. Botani Tanaman Jagung

Jagung (*Zea mays* L) merupakan tanaman berumah satu (Monoecious) dimana letak bunga jantan terpisah dengan bunga betina pada satu tanaman. Jagung termasuk tanaman C4 yang mampu beradaptasi baik pada faktor-faktor pembatas pertumbuhan dan hasil. Daun tanaman C4 sebagai agen penghasil fotosintat yang kemudian di distribusikan, memiliki sel-sel seludang pembuluh yang mengandung khlorofil. Di dalam sel terjadi dekarboksilasi malat dan aspartat yang menghasilkan CO_2 yang kemudian memasuki siklus Calvin membentuk pati dan sukrosa. Ditinjau dari segi kondisi lingkungan, tanaman C4 teradaptasi pada terbatasnya banyak faktor seperti intensitas radiasi surya tinggi dengan suhu siang dan malam tinggi, curah hujan rendah dengan cahaya musiman tinggi disertai suhu tinggi, serta kesuburan tanah yang relatif rendah. Sifat-sifat yang menguntungkan dari jagung sebagai tanaman C4 antara lain aktivitas fotosintesis pada keadaan normal relatif tinggi, fotorespirasi sangat rendah, transpirasi rendah serta efisien dalam penggunaan air. Sifat-sifat tersebut merupakan sifat fisiologis dan anatomi yang sangat menguntungkan dalam kaitannya dengan hasil.

Kedudukan tanaman jagung dalam taksonomi adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledone
Ordo	: Graminae
Famili	: Graminaceae
Genus	: <i>Zea</i>
Spesies	: <i>Zea mays</i> L

(Paeru dan Dewi, 2017).

Jagung mempunyai 10 khromosom di dalam sel-sel reproduktif (haploid), 20 khromosom di dalam sel-sel somatik (diploid) dan 30 khromosom di dalam sel-sel endosperm (triploid). Secara umum semua tipe tanaman jagung mempunyai 10 pasang khromosom. Pertumbuhan dan produksi tanaman ditentukan oleh proses fisiologi yang berlangsung di dalamnya. Proses fisiologi tersebut dipengaruhi oleh faktor-faktor iklim seperti suhu, air (hujan), radiasi surya, serta kelembaban. Hasil produksi tanaman merupakan konversi energi radiasi surya, air dan hara dalam tanah ke dalam produk akhir (biomasa) yang bernilai ekonomi.

Pembatas untuk pertumbuhan jagung di daerah tropis dan subtropis, kecuali pada elevasi tinggi, merupakan suhu rendah. Jagung merupakan tanaman yang dapat beradaptasi baik dengan lingkungan. Suhu minimum untuk pertumbuhan jagung adalah 8-10°C, walaupun telah ditemukan varietas yang dapat berkecambah pada suhu 5°C. Suhu maksimum untuk pertumbuhan jagung yang pernah dilaporkan adalah 40°C. Pertumbuhan terbaik bagi tanaman jagung diperlukan suhu rata-rata yaitu 24° C selama periode pertumbuhan.

Jagung merupakan tanaman yang memerlukan suhu siang dan suhu malam yang tinggi. Kebutuhan panas untuk jagung tergantung dari stadia pertumbuhan. Pada stadia perkecambahan diperlukan panas antara 150-250 Kal, tasseling 970-1900° Kal, silking 1200-1800 Kal, dan pada stadia pemasakan diperlukan 2500-3000° Kal. Faktor air juga merupakan satu diantara faktor pembatas untuk pertumbuhan jagung. Kebutuhan air yang terbanyak pada tanaman jagung adalah stadia pembungaan dan stadia pengisian biji. Distribusi curah hujan lebih penting daripada total curah hujan, karena kebutuhan air meningkat secara cepat dengan meningkatnya perkembangan daun selama pertumbuhan vegetatif. Distribusi curah hujan yang tidak teratur di daerah tropis akan menyebabkan terjadinya kekeringan. Penurunan hasil jagung karena kekurangan air diperkirakan mencapai 15%. Hasil penelitian mengenai areal pertanaman jagung di Jawa yang dihubungkan dengan peta curah hujan dari Oldeman menunjukkan bahwa sebagian besar areal pertanaman ada pada zone C, D, dan E. Zone-zone tersebut pada umumnya ada di Jawa Timur. Ditinjau dari potensi hasil maka zone B mempunyai potensi hasil per hektar palingtinggi. Kebutuhan air pada tanaman jagung berdasarkan curah hujan diperkirakan 85-100 mm per bulan.

Awal mulanya tanaman jagung adalah tanaman berhari pendek, tetapi dengan adanya perkembangan dalam budidaya dan juga varietas, maka tanaman jagung dikenal sebagai tanaman berhari netral. Bagian terbesar dari sinar surya yang jatuh ke bumi akan diserap oleh daun dan digunakan untuk proses fotosintesis dan transpirasi. Usaha untuk mendapatkan kanopi daun yang besar untuk menyerap sinar lebih banyak dilakukan dengan mengatur duduk daun, bentuk daun, waktu tanam, dan pola tanam. Jagung merupakan tanaman C4 yang sangat efisien dalam pemanfaatan radiasi surya. Jumlah radiasi surya yang diterima oleh tanaman selama fase berbunga merupakan faktor yang penting untuk penentuan jumlah biji. Jagung yang berada di daerah tropis, jumlah biji per satuan luas dipengaruhi oleh laju produksi asimilat.

3. Lumpur Merah

Lumpur merah merupakan limbah yang sangat bersifat alkali yang terdiri dari besi (III) oksida dan senyawa-senyawa lainnya yang dihasilkan oleh proses produksi alumina yang menjadi bahan baku utama dalam proses produksi logam aluminium. Secara global, terdapat sekitar 70 juta ton lumpur merah yang dihasilkan setiap tahunnya di seluruh dunia. Hal ini dikarenakan dari 1 ton pengolahan bauksit akan menghasilkan sekitar 0,8–1,5 ton lumpur merah. Lumpur merah merupakan limbah padatan dalam bentuk lumpur basah atau kering yang ditampung dalam sebuah kolam. Perkembangan yang begitu cepat pada industri alumina di seluruh dunia menyebabkan lumpur merah menjadi satu diantara permasalahan lingkungan terutama disebabkan jumlahnya yang banyak dan dihasilkan dari proses bayer untuk mendapatkan alumina dari biji bauksit. Menurut Ramdhani (2015), lumpur merah diketahui memiliki kadar Al_2O_3 yang tinggi yakni sekitar 25-30% tergantung pada sumber bauksit dan jenis pengolahannya. Kaolin merupakan satu diantara material alam yang memiliki kadar aluminium cukup tinggi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Pan(2013), komposisi kimia yang dimiliki oleh kaolin adalah Al_2O_3 37,53 % ; SiO_2 45,80 % ; Fe_2O_3 0,208% ; CaO 0,057% ; TiO_2 0,601% ; MgO 0,03% ; Na_2O 0,405% ; dan K_2O 0,072%.

Komposisi lumpur merah yang berasal dari Bintan memiliki karakteristik yang berbeda dengan lumpur merah yang berasal dari daerah lain di dunia. Lumpur merah biasanya dihasilkan dari proses bayer untuk mendapatkan alumina dari biji bauksit. Lumpur merah dari Bintan tidak dihasilkan dari proses bayer, tetapi

dihasilkan dari proses pencucian bauksit untuk mendapatkan kandungan alumina yang lebih tinggi dari pengotornya. Komposisi lumpur merah memiliki kandungan alumina (Al_2O_3) yang lebih tinggi sebesar 28,87% dibandingkan kandungan lumpur merah yang berasal dari proses bayer yaitu sebesar 21,20%. Perbedaan terbesar terletak pada kandungan SiO_2 pada lumpur merah Bintang yang jauh lebih tinggi dibandingkan lumpur merah dari indutsri alumunium Yunani yaitu 20,21%: 5,35%. Selain dari komposisi alumina dan silika tersebut, masih terdapat kandungan Fe_2O_3 dan TiO_2 sebagai mineral penyusun utama pada lumpur merah Bintang sebesar 44,66% dan 3,03%.

Hasil karakterisasi komposisi senyawa kimia pada lumpur merah Bintang tidak jauh berbeda dengan komposisi kimia lumpur merah yang berasal dari Tayan, Kalimantan Barat. Komposisi yang dominan adalah Fe_2O_3 (34,3%), Al_2O_3 (25,4%) dan SiO_2 (3,09%). Persentase lumpur merah dari Tayan, Kalimantan Barat sebesar 19,04% (Aziz, 2012). Menurut Kisnawati dan Suprptoed, (2016) pada akhir proses bayer lumpur merah yang dihasilkan tersebut masih terkandung aluminium dalam bentuk Al_2O_3 . Namun komponen utama dari lumpur merah adalah Fe_2O_3 dengan kisaran kadarnya sebesar 20-45%, untuk Al_2O_3 10-22%, SiO_2 5-30%5, TiO_2 4-20%, CaO 0-14% dan Na_2O 2- 8%, dan kandungan besi yang banyak, maka menyebabkan warna menjadi merah.

Hasil penelitian Suswati, dkk. (2019) menyebutkan bahwa pemberian kombinasi lumpur merah 20 ton/ha dan pupuk kandang sapi 200 ton/ha dapat meningkatkan pH tanah, ketersediaan hara makro tanah (N, P, K, Ca, Mg) dan pertumbuhan tanaman di lahan pasca tambang bauksit.

4. Pupuk Kandang Ayam

Pupuk kandang ayam merupakan bahan organik yang berpengaruh terhadap sifat fisik, kimia dan pertumbuhan tanaman. Pupuk kandang ayam mempunyai kadar unsur hara dan bahan organik yang tinggi serta kadar air yang rendah. Pupuk kandang ayam berasal dari limbah peternakan, dimana pupuk kandang ayam sangat mudah diperoleh dan ketersediaanya pun sangat banyak, dimana biasanya limbah kotoran ayam dimanfaatkan sebagai pupuk organik pada bidang pertanian. Kotoran ayam merupakan bahan organik yang banyak digunakan sebagai pupuk organik yang memberikan pengaruh terhadap serapan unsur hara dan memperbaiki struktur tanah yang kekurangan unsur hara organik serta dapat menyuburkan tanaman. Pemberian

pupuk organik ke dalam tanah sangat diperlukan agar tanaman tumbuh di tanah dengan baik (Lirik, 2014).

Pupuk organik mengandung unsur hara makro yang rendah tetapi mengandung unsur hara mikro dalam jumlah cukup, yang sangat diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Pupuk kandang ayam yang di ambil di Kota Singkawang mempunyai unsur hara seperti C-organik (34,22%), C/N (14,80%), K (0,27%), Ca (0,59), Mg (0,25)% dan pH (6,60%) (Denah Suswati, 2022). Pemupukan dilakukan untuk memenuhi ketersediaan unsur hara tanah yang dibutuhkan oleh tanaman jagung. Tanaman jagung memerlukan pupuk yang banyak mengandung unsur N, P dan K untuk memaksimalkan pertumbuhan. Pupuk kandang yang berasal dari kotoran ayam sangat tinggi kandungan unsur N (2,71%), dibandingkan pupuk yang berasal dari kotoran hewan lainnya.

Menurut Lingga dan Marsono (2003) pupuk kandang atau kompos diperlukan sebagai pupuk dasar sebanyak 10-15 ton/ha. Pemberiannya dilakukan sebelum tanam dengan cara ditebarkan merata pada tanah olahan. Pemupukan dengan pupuk organik seperti pupuk kandang ayam dapat memberikan pengaruh yang baik karena selain menambah unsur hara juga dapat memperbaiki sifat fisik dan aktifitas mikroorganisme tanah. Dosis pupuk kandang ayam yang dapat diberikan sangat ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain jenis tanaman yang akan dipupuk, tingkat kesuburan tanah, jenis pupuk kandang dan iklim (Sastrosoedirjo dan Rifai, 1981).

5. Nitrogen (N)

Nitrogen (N) merupakan unsur hara utama dalam tanah yang sangat berperan dalam merangsang pertumbuhan dan memberi warna hijau pada daun. Peran nitrogen bagi tanaman adalah untuk merangsang pertumbuhan secara keseluruhan khususnya batang, cabang, dan daun, serta mendorong terbentuknya klorofil sehingga daunnya menjadi hijau, yang berguna bagi proses fotosintesis. Selain itu nitrogen berfungsi mempercepat pertumbuhan tanaman, menjadikan daun tanaman menjadi lebih hijau dan segar serta banyak mengandung butir-butir hijau daun yang penting dalam proses fotosintesis (Marliani, 2011).

Nitrogen di dalam tanah bersifat mobil yaitu mudah hilang karena menguap ke udara, tercuci, maupun terangkut bersama erosi. Nitrogen dalam bentuk NH_4^+ dapat diikat oleh mineral liat jenis illit sehingga tidak dapat digunakan oleh tanaman,

N dalam bentuk NO_3^- (nitrat) mudah dicuci oleh air hujan (Hardjowigeno, 2015). Kurangnya unsur N di dalam tanah dipengaruhi oleh pH tanah yang masam dan juga kurangnya bahan organik yang merupakan sebagai penyumbang unsur N. sehingga mikroorganisme perombak bahan organik dan penambat N belum dapat bekerja secara optimal (Nugroho, dkk., 2013).

Kandungan N yang tinggi merupakan kategori tanah subur dikarenakan N dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah yang besar (Milasari, 2013). Menurut Hardjowigeno, (2015) kemampuan tanah dalam menyediakan N sangat ditentukan oleh jumlah bahan organik tanah karena sumber utama N di dalam tanah adalah bahan organik. Faktor lainnya yang menyebabkan sedikitnya kandungan nitrogen yang berada dalam tanah adalah adanya air yang berlebihan dalam tanah tersebut sehingga nitrogen akan mengalami proses denitrifikasi. Damanik, et.al., (2010) kehilangan nitrogen dari tanah terdiri dari kehilangan dalam bentuk gas (N_2 , N_2O , NO , dan NH_3), kehilangan akibat pencucian dan kehilangan hara bersama panen. Nitrogen dibutuhkan selain untuk pertumbuhan tanaman juga untuk pembentukan sel-sel baru. Unsur hara nitrogen yang terkandung pada pupuk kandang ayam berperan penting dalam pembentukan zat hijau daun (klorofil) sehingga berguna dalam fotosintesis.

6. Fosfor (P) Tanah

Ketersediaan P sangat dipengaruhi oleh kelarutan berbagai senyawa fosfor oleh keasaman (pH) tanah. Nilai pH yang rendah juga akan mempengaruhi ketersediaan unsur P yang tinggi pula, karena pada pH yang rendah ion fosfat akan membentuk senyawa yang tidak larut dengan besi dan aluminium fosfat yang berasosiasi Fe, Al dan Mn. Senyawa tersebut mempunyai kelarutan di dalam air yang rendah dan logam tersebut juga sangat dominan di tanah masam. Peningkatan lengas tanah pada kondisi optimum akan meningkatkan fosfor tersedia bagi tanaman, tanah dengan banyak lengas akan mengurangi O_2 , sehingga dapat mengurangi pertumbuhan dan aktifitas akar. Oksigen (O_2) juga dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman dan absorpsi hara, karena sangat penting untuk pelapukan bahan organik fosfor oleh mikroba (Harjowigeno, 1993).

Sumber fosfat di dalam tanah yang berfungsi sebagai fosfat mineral yaitu batu kapur fosfat, sisa-sisa tanaman dan bahan organik lainnya. Perubahan fosfor organik menjadi fosfor anorganik dilakukan oleh mikroorganisme. Selain itu, penyerapan

fosfor juga dilakukan oleh liat dan silikat (Isnaini, 2006). Tanah dengan kandungan organik rendah seperti Oxisols dan Ultisols yang banyak di Indonesia mempunyai kandungan P dalam organik bervariasi yaitu dari 20-80%, bahkan bisa kurang dari 20%. Fosfor tersebut tidak dapat dimanfaatkan secara efektif oleh tanaman, karena P di dalam tanah bentuknya P terikat. Keadaan tersebut menyebabkan petani harus melakukan pemupukan P di lahan walaupun sudah terdapat kandungan P yang cukup memadai.

7. Kalium (K) Tanah

Unsur K atau kalium berperan dalam warna daun, tekstur, daya bakar, dan sifat higroskopis dimana mempengaruhi mutu yang dihasilkan. Kalium merupakan unsur hara yang ketiga setelah nitrogen dan fosfor yang diserap oleh tanaman dalam bentuk ion K^+ . Muatan positif dari kalium akan membantu menetralkan muatan listrik yang disebabkan oleh muatan negatif nitrat, fosfat, atau unsur lainnya. Ketersediaan kalium dapat dipertukarkan dan dapat diserap tanaman yang tergantung penambahan dari luar, fiksasi oleh tanahnya sendiri dan adanya penambahan dari kaliumnya (Sutedjo, 2008). Unsur kalium rata – rata menyusun 1,0% bagian tanaman. Unsur ini berperan berbeda dibanding N, S, dan P karena sedikit berfungsi sebagai penyusun komponen tanaman, seperti protoplasma, lemak, selulosa, tetapi terutama berfungsi dalam pengaturan mekanisme (bersifat katalik dan katalisator) seperti fotosintesis, tranlokasi karbohidrat, sintesis protein dan lain – lain (Hanafiah, 2005).

B. Kerangka Konsep

Kondisi tanah merupakan bagian terpenting yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Tanah sebagai sumber unsur hara bagi tanaman perlu mendapatkan perhatian terlebih untuk pertumbuhan tanaman. Tanah pasir pantai memiliki kendala struktur tanah lepas, kemampuan memegang air rendah, infiltrasi dan evaporasi yang tinggi, kesuburan rendah, bahan organik sangat rendah, temperatur yang tinggi dan angin kencang bergaram. Upaya budidaya tanaman jagung yang dilakukan pada tanah pasir pantai adalah dengan pemberian lumpur merah dan pupuk kandang ayam.

Lumpur merah diberikan bertujuan untuk meningkatkan pH tanah, karena lumpur merah memiliki pH yang sangat tinggi berkisaran 11-12, sehingga pemberian

lumpur merah diharapkan mampu untuk meningkatkan pH tanah pasir pantai yang akan digunakan sebagai media tanam. Pupuk kandang ayam diberikan karena mempunyai kandungan unsur hara nitrogen yang tinggi dan dapat dengan cepat tersedia di dalam tanah sehingga dapat dimanfaatkan oleh tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Penambahan unsur hara berupa pupuk kandang ayam dan lumpur merah ke dalam tanah pasir pantai diharapkan dapat memperbaiki kesuburan tanah, terutama ketersediaan hara N, P dan K tanah sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung.

C. Hipotesis

Pemberian kombinasi lumpur merah dan pupuk kandang ayam diduga dapat meningkatkan ketersediaan hara N, P, K dan pertumbuhan tanaman jagung di tanah pasir pantai.