

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Nanas

Ashari (1995) menyatakan bahwa tumbuhan nanas dapat tumbuh di dataran rendah sampai dataran tinggi lebih dari 200-800 m di atas permukaan laut. Jenis tanah yang paling ideal adalah tanah yang mengandung pasir, subur, gembur, dan banyak mengandung bahan organik. Derajat keasaman tanah yang cocok adalah 5 -5.6. Nanas tumbuh dan berproduksi pada kisaran curah hujan yang cukup luas yaitu dari 600 sampai diatas 3500 mm/tahun dengan curah hujan optimum untuk pertumbuhan yaitu 1000 -1500 mm/tahun.

Suhu merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam budidaya nanas. Laju pertumbuhan dan perkembangan berhubungan positif dengan kenaikan suhu sampai 29⁰ C, pada suhu yang tinggi ukuran tanaman dan daun lebih besar, dan lebih lentur, teksturnya halus dan warnanya gelap, ukuran buah lebih besar dan kandungan asamnya lebih rendah. Pada suhu yang rendah dan daerah dataran tinggi tanaman nanas mempunyai ukuran yang lebih pendek, daunnya sempit dengan tekstur yang cukup keras, ukuran buah kecil (kurang dari 1.8 kg), warna daging buah kuning pucat, kandungan asam cukup tinggi (± 1 %), kandungan gula rendah, tangkai buah lebih panjang daripada ukuran tanaman, mata buah lebih

menonjol. Pada suhu yang sedang tanaman lebih besar dan datar, daging buah lebih kuning, kandungan gula lebih tinggi, kandungan asam lebih rendah daripada buah dataran tinggi. Suhu yang optimim untuk pertumbuhan akar yaitu 29°C pertumbuhan daun 32°C dan untuk pemasakan buah yaitu 25°C (Nakasone dan Paull, 1999).

Nakasone dan Paull (1999) memaparkan bahwa nanas biasanya dibudidayakan di daerah dengan kelembaban cukup tinggi, hal tersebut merupakan salah satu cara untuk mengurangi kehilangan air dari daun melalui transpirasi. Hal penting lainnya yaitu jumlah penyinaran matahari yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman dan kualitas buah nanas. Awan dapat menghambat pertumbuhan sehingga ukuran tanaman dan buah menjadi lebih kecil dengan kandungan asam yang lebih tinggi dan gula lebih rendah.

2.2 Sifat Fisika Tanah

Proses pembentukan tanah berlangsung terus menerus setelah pelapukan awal batuan dan mineral. Sifat awal bahan diubah dengan terbentuknya mineral-mineral sekunder dan pertumbuhan organisme yang berperan terhadap bahan organik dan menghasilkan sejumlah reaksi kimia-fisika dan biokimia. Proses perkembangan tanah mencapai puncak pada pembentukan sifat profil tanah (Hillel, 1982).

Sifat fisik tanah berhubungan dengan kondisi dan pergerakan benda serta aliran energi dalam tanah. Sifat fisika tanah dibentuk oleh empat komponen utama tanah

yaitu: partikel-partikel mineral, bahan organik, air dan udara. Perbandingan keempat komponen tersebut sangat bervariasi berdasarkan jenis tanah, lokasi dan kedalaman.

Sifat fisik tanah terbentuk akibat proses degredasi mineral batuan oleh asam-asam organik-anorganik. Degredasi mineral batuan merupakan proses perubahan permukaan bumi karena terjadi penyingkiran mineral batuan oleh proses fisika, kimia, dan biologi. Proses ini termasuk dalam proses eksogenik yang terdiri dari pelapukan, erosi dan pergerakan massa. Pelapukan berperan menyediakan bahan mentah tanah. Erosi berpengaruh dominan menghilangkan tanah yang telah terbentuk, serta pergerakan massa mampu menjalankan fungsi pelapukan dan erosi.

Mineral yang paling banyak menyusun batuan di kerak bumi adalah mineral primer (pembentuk batuan). Mineral-mineral tersebut terdiri dari mineral yang termasuk dalam grup silikat, yang mempunyai satuan dasar yang sama yaitu silikat tetrahedon, tetapi berbeda pada pola penyusunan satuan dasar tersebut (struktur). Perbedaan struktur yang menyebabkan perbedaan rumus dan komposisi kimia, ikatan kimia, dan ketahanan terhadap pelapukan. Mineral silikat kecuali kuarsa memiliki sifat seperti senyawa basa karena memiliki pH diatas 7,0. Asam-asam organik yang berperan dalam pelapukan bagian dari bahan organik, merupakan hasil kegiatan jasad hidup yang terdapat didalam maupun permukaan batuan. Senyawa ini umumnya merupakan hasil transformasi (eksresi, eksudat, dan dekomposisi). Senyawa ini umumnya merupakan hasil transformasi dapat mengalami disosiasi yang melepaskan proton (H^+) sehingga dapat menyerang mineral batuan. Sisa asamnya (anion organik)

dapat membentuk senyawa kompleks dengan kation-kation pada tepi mineral atau kation yang terlepas dari mineral.

Pelapukan kimia di alam hanya dapat berlangsung di air, tetapi keberadaan asam-asam mampu mempercepat pelapukan mineral batuan pada tanah atau batuan paling atas yang merupakan lingkungan biologi, peranan organik dalam pelapukan dari pada asam-asam organiknya.

Pengaruh asam-asam organik dalam pelapukan mineral batuan berupa reaksi pelarutan. Proses pelarutan ini merupakan reaksi terbaginya zat padat, mineral ke dalam air atau larutan asam organik. Reaksi kimia yang utama pada pelarutan adalah hidrolisis, kemudian hidrolisis yang dipacu dengan adanya asam yaitu asidolisis dan kompleksolisis. Reaksi asidolisis lebih menekankan pada peran ion H^+ yang berasal dari pemprotonan asam dan kompleksolisis menekankan peran sisa asam atau anion organik.

Pelapukan dan genesis tanah menyebabkan batuan lapuk, mineral yang terdapat dalam batuan hancur. Mineral tersebut hancur membentuk zarah yang ukurannya beragam, mulai dari pasir (2,00-0,05 mm), debu (0,05-0,002 mm), sampai lempung (< 0,002 mm). Ketiga partikel tersebut mempengaruhi sifat fisik tanah, seperti: tekstur, struktur, agregat tanah, permeabilitas, aerasi dan sifat fisik tanah lainnya (Ismangil dan Eko Hanudin, 2005).

2.3 Struktur dan Agregat Tanah

Menurut Utomo (1985), struktur merupakan susunan partikel-partikel dalam tanah yang membentuk agregat-agregat serta agregat satu dengan yang lainnya dibatasi oleh bidang alami yang lemah. Struktur tanah sangat dipengaruhi oleh perubahan iklim, aktivitas biologi, proses pengolahan tanah dan sangat pekat terhadap gaya-gaya perusak mekanis dan fisika-kimia.

Syarief (1989) berpendapat bahwa struktur tanah merupakan suatu sifat fisik yang penting, karena dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman, mempengaruhi sifat dan keadaan tanah seperti: gerakan air dan aerasi, tata air, pernafasan akar tanaman serta penetrasi akar tanaman ditentukan oleh struktur tanah. Tanah yang berstruktur baik akan mampu membantu berfungsinya faktor-faktor pertumbuhan tanaman secara optimal, sedangkan tanah yang bertekstur tidak baik menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman.

Notohadiprawiro (1999) mengemukakan bahwa struktur tanah merupakan susunan keruangan yang membentuk pola keruangan. Menurut Hillel (1980), struktur tanah merupakan penyusunan dan organisasi partikel dalam tanah. Tiga hal penting yang harus diperhatikan dalam struktur, yaitu : partikel tanah, ruang pori, dan bahan penyemen.

Buol dkk., (1980) menyatakan bahwa struktur tanah memiliki sembilan bentuk, yaitu bentuk tunggal (*loose*); pejal (*massive*); lempeng (*platy*); prisma (*prismatic*); tiang (*columnar*); gumpal bersudut (*angularblocky*); gumpal (*sub angular blocky*); granular

(*granular*); dan remah (*crumb*). Sedangkan Hillel (1980) membagi struktur tanah menjadi tiga bentuk, yaitu: butir tunggal jika partikel tanah tidak saling terikat atau lepas; masif jika partikel tanah terikat kuat pada suatu massa tanah kohesif yang besar; dan agregat (*ped*) jika partikel tanah terikat tidak terlalu kuat satu sama lain. Struktur agregat merupakan struktur terbaik untuk tanah-tanah pertanian. Pengolahan tanah dilakukan untuk mendapatkan kondisi struktur tanah dengan tipe agregat.

Tanah-tanah yang memiliki struktur yang mantap tidak mudah hancur oleh pukulan-pukulan air hujan sehingga tahan terhadap erosi. Sebaliknya struktur tanah yang tidak mantap sangat mudah hancur oleh pukulan air hujan menjadi butiran-butiran halus sehingga menutupi pori-pori tanah dan menyebabkan infiltrasi terhambat. Struktur tanah merupakan sifat fisik tanah yang dipengaruhi oleh tekstur, bahan organik dan zat kimia seperti karbonat di dalam tanah.

2.4 Kemantapan Agregat Tanah

Nedler dkk., (1996) mendefinisikan kemantapan agregat sebagai kemampuan agregat untuk tidak rusak ketika dipengaruhi oleh kekuatan pengganggu, memelihara keutuhan ukuran dengan kekuatan ikatan antar agregat.

Faktor yang mempengaruhi pembentukan agregat :

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 diabsorpsi 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 dan pencairan. Iklim merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap pembentukan agregat tanah.

Kemantapan agregat menggambarkan kemampuan agregat untuk dapat bertahan terhadap faktor-faktor perusak. Kemantapan agregat terbagi dua menurut faktor perusak yaitu kemantapan agregat kering adalah kemampuan agregat bertahan terhadap daya perusak yang berasal dari gaya-gaya mekanis sedangkan kemantapan agregat basah (*Agregat Water Stability*) merupakan manifestasi ketahanan agregat terhadap daya rusak air (Utomo, 1985).

Agregat tanah terbentuk karena proses flokulasi dan fragmentasi. Flokulasi terjadi jika partikel tanah yang pada awalnya dalam keadaan terdispersi, kemudian bergabung membentuk agregat. Sedangkan fragmentasi terjadi jika tanah dalam keadaan pasif, kemudian terpecah-pecah membentuk agregat yang lebih kecil. Kemper & Rosenau (1986) mengatakan bahwa makin stabil suatu agregat tanah, makin rendah kepekaannya terhadap erosi (erodibilitas tanah).

2.5 *Liquid Organic Biofertilizer*

Menurut Simanungkalit (2001), pupuk hayati merupakan mikroorganisme hidup yang diberikan ke dalam tanah sebagai inokulan untuk membantu tanaman memfasilitasi atau menyediakan unsur hara tertentu bagi tanaman.

Pupuk *biofertilizer* merupakan pupuk yang mengandung 9 konsorsium mikroba dan bermanfaat untuk pertumbuhan tanaman agar menjadi lebih baik. Mikroba yang digunakan yaitu (1) bakteri fiksasi Nitrogen non simbiotik *Azotobacter sp.* dan *Azospirillum sp.*; (2) bakteri fiksasi Nitrogen simbiotik *Rhizobium sp.*; (3) bakteri pelarut Fosfat *Bacillus megaterium* dan *Pseudomonas sp.*; (4) bakteri pelarut Fosfat *Bacillus subtilis*; (5) mikroba dekomposer *Cellulomonas sp.*; (6) mikroba dekomposer *Lactobacillus sp.*; dan (7) mikroba dekomposer *Saccharomyces cereviceae* (Suwahyono, 2011).

Mikroorganisme yang menguntungkan ini secara garis besar keuntungannya dapat dibagi menjadi sebagai berikut (Gunalan, 1996) :

1. Penyedia hara
2. Peningkat ketersediaan hara
3. Pengontrol organisme pengganggu tanaman
4. Mengurangi bahan organik dan membentuk humus
5. Pemantap agregat tanah
6. Perombak persenyawaan agrokimia

Menurut Simanungkalit (2001), pupuk hayati merupakan mikroorganisme hidup yang diberikan ke dalam tanah sebagai inokulan untuk membantu tanaman memfasilitasi atau menyediakan unsur hara tertentu bagi tanaman.

Komposisi yang terdapat didalam pupuk hayati LOB ini adalah :

1. Bakteri Pelarut Fosfat

Penggunaan mikroba pelarut P sebagai pupuk hayati mempunyai keunggulan antara lain hemat energi, tidak mencemari lingkungan, mampu membantu meningkatkan kelarutan P yang terjerap, menghalangi terjerapnya P pupuk untuk unsur - unsur penjerap dan mengurangi toksisitas Al^{3+} , Fe^{3+} dan Mn^{2+} terhadap tanaman pada tanah masam. Pada jenis-jenis tertentu, mikroba pelarut P dapat memacu pertumbuhan tanaman karena menghasilkan zat pengatur tumbuh, serta menahan penetrasi patogen akar karena sifat mikroba yang cepat mengkolonisasi akar dan menghasilkan senyawa anti biotik (elfiati, 2005).

2. Bakteri Penambat Nitrogen

Bakteri penambat N di daerah perakaran seperti *Azotobacter* yang mampu menghasilkan substansi zat pemacu tumbuh giberelin, sitokinin dan asam indolasetat sehingga pemanfaatannya dapat memacu pertumbuhan akar (Alexander,1977). Populasi *azotobater* di dalam tanah dipengaruhi oleh pemupukan dan jenis tanaman.

3. Mikoriza

Cendawan mikoriza merupakan cendawan obligat, dimana kelangsungan hidupnya berasosiasi akar tanaman dengan sporanya. Spora berkecambah dengan membentuk *apressoria* sebagai alat infeksi, dimana infeksinya biasa terjadi pada *zone elongation*. Proses ini dipengaruhi oleh anatomi akar dan umur tanaman yang terinfeksi. Hifa yang terbentuk pada akar yaitu interseluler dan intraseluler

dan terbatas pada lapisan korteks, dan tidak sampai pada stele. Hifa yang berkembang diluar jaringan akar, maka berperan terhadap penyerapan unsur hara tertentu dan air. (Mosse, 1981) melaporkan bahwa cendawan mikoriza mempunyai sifat dapat berkolonisasi dan berkembang secara simbiosis mutualistik dengan akar tanaman, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, serta membantu menekan perkembangan beberapa patogen tanah.

4. Dekomposer / Bahan Organik

Bahan organik merupakan perekat butiran lepas dan sumber utama nitrogen, fosfor dan belerang. Bahan organik cenderung mampu meningkatkan jumlah air yang dapat ditahan di dalam tanah dan jumlah air yang tersedia pada tanaman. Akhirnya bahan organik merupakan sumber energi bagi jasad mikro.

2.6 Rizosfer

Rizosfer dicirikan oleh lebih banyaknya kegiatan mikrobiologis dibandingkan kegiatan di dalam tanah yang jauh dari perakaran tanaman (Rao, 1994). Intensitas aktivitas semacam ini tergantung dari panjangnya jarak tempuh yang dicapai oleh eksudasi sistem perakaran. Pengaruh keseluruhan perakaran tanaman terhadap mikroorganisme tanah disebut sebagai efek *rizosfer*. Beberapa faktor seperti tipe tanah, kelembaban tanah, pH, temperatur, umur dan kondisi tanaman mempengaruhi efek *rizosfer*. Efek *rizosfer* tampak dalam bentuk melimpahnya jumlah mikroorganisme pada daerah tersebut (Richards, 1974).

Menurut Elfiati (2005) *dalam* Dwi (2008), eksudat akar mengandung triptophan atau senyawa serupa yang dapat digunakan oleh mikroorganisme tanah untuk memproduksi asam indol asetat. Beberapa bakteri pelarut fosfat dapat berperan sebagai biokontrol yang dapat meningkatkan kesehatan akar dan pertumbuhan tanaman melalui proteksinya terhadap penyakit.