

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pupuk organik cair (POC) kotoran sapi

Kotoran hewan banyak mengandung bahan organik. Hindari pemberian pupuk dari kotoran sapi, karena kotoran sapi mengandung mikroorganisme yang dapat mempercepat pengomposan. Rumen sapi sangat ideal untuk pertumbuhan mikroorganisme tersebut (Evanita, 2017)

Melihat keadaan di atas, diusulkan suatu solusi mengenai penggunaan pupuk organik yang berasal dari kotoran ternak. Pemanfaatan kotoran hewan untuk menyuburkan tanah pertanian sudah lama dilakukan oleh para petani/peternak, namun memerlukan waktu yang cukup lama untuk menerapkan teknologi sederhana yang mudah larut seperti pengomposan dan penambahan probiotik. Proses ini lebih cepat dibandingkan proses konvensional, karena mikroorganisme dalam probiotik menguraikan senyawa-senyawa tersebut dalam tinja jauh lebih cepat. (Khoirul Fuad, 2021; Melsasail, 2019)

Pupuk organik merupakan sumber unsur hara yang digunakan untuk mengatur produksi dan pertumbuhan suatu tanaman (Septyarini., 2018). Pupuk organik terbuat dari sisa sayuran, kotoran hewan dan juga berasal dari organisme mati (Sulardi dan Zulbaidah, 2020). Penguraian bahan organik dan organisme mati menyebabkan perubahan sifat fisik bentuk pertama yaitu pupuk cair (Istiqomah dan Serdani, 2018). Pupuk organik cair berasal dari kotoran sapi yang ada di Sulawesi Selatan khususnya di Kabupaten dan Sekitarnya. Sumber organik fisik dan kimia sifat-sifat tanah yang mengandung unsur nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) yang penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Feriyaetal, 2022; Qibtiyahetal., 2021). Salah satu sumber utama produksi POC adalah kotoran sapi (Mubaidullah, 2017). (Aryandhita & Kastono, 2021; Hafizah, 2017; Wiraguna, 2022)

2.2 permasalahan yang ada di lahan kelapa sawit

Budidaya kelapa sawit dikatakan ketinggalan zaman pada usia 25 tahun. Penanaman *kembali* dilakukan untuk menggantikan tanaman yang sudah tidak produktif secara perlahan dan menyeluruh dengan tanaman baru. Pembukaan lahan kelapa sawit dengan pola seperti ini akan menimbulkan masalah tanah. Areal peremajaan kelapa sawit yang terbuka akan membuat tanah menjadi kering, padat dan mudah tercuci sehingga mengakibatkan hilangnya produktivitas. Menurut (HermandanPranowo 2014) , sebagian lahan yang direnovasi akan terbuka dan mendapat sinar matahari penuh. Lebih lanjut menurut (Parulian dkk 2013), lahan peremajaan untuk perkebunan kelapa sawit baru mempunyai kelemahan antara lain produktivitas tanah yang dipengaruhi oleh status unsur hara dan kesuburan tanah. Oleh karena itu diperlukan upaya konservasi tanah. Metode tumpangsari dapat dijadikan salah satu alternatif konservasi tanah pada areal peremajaan kelapa sawit. (Kurniasari, 2020; Saputro et al., 2017)

Peremajaan tanaman kelapa sawit merupakan pengkajian tanah untuk mengetahui kondisi tanah dan kesuburan tanah. Hal ini disebabkan adanya perubahan unsur fisik maupun kimia tanah yang mempengaruhi kesuburan tanah akibat terlarutnya tanaman kelapa sawit pada musim tanam sebelumnya. Untuk mendapatkan produksi yang tinggi diperlukan pula kandungan nutrisi yang tinggi. Kemudian pH tanah harus bereaksi dengan asam pada kisaran 4,0-6,0, dan pH optimum antara 5,0-6,0.

Dampak adalah perubahan yang dihasilkan oleh suatu inisiatif, dan investasi dalam kegiatan pembangunan berpotensi menimbulkan dampak.

2.3 Manfaat POC kotoran sapi bagi tanah dan tanaman

Saat ini banyak sekali jenis pupuk yang dapat digunakan oleh para petani , pupuk yang paling populer dan sering digunakan adalah pupuk kandang sapi. Pupuk kandang digunakan sebagai pupuk dasar atau untuk tanaman organik. Pupuk organik ini memiliki banyak manfaat, baik bagi tanaman, manusia, maupun lingkungan sekitar tanaman. Kotoran sapi dibuat dari campuran kotoran sapi, urin dan sisa pakan yang diaplikasikan pada satu area dan waktu yang bersamaan.

Pupuk organik ini dapat meningkatkan kinerja tanah dan memberikan unsur hara tanah. Pengaruh penggunaan kotoran sapi sebagai pupuk terhadap hasil sorgum selama lima tahun. Lima taraf pemberian pupuk kandang digunakan dan dibandingkan dengan pupuk kimia (N dan NPK).(Basuki, 2021)

Dari hasil percobaan, pemberian pupuk sebanyak 22 ton/ha/tahun memberikan hasil terbaik. Selain itu penggunaan pupuk kandang lebih diutamakan dibandingkan dengan pupuk kimia. Pemberian pupuk yang berkepanjangan akan meningkatkan kinerja tanah dan meningkatkan aerasi tanah. Sedangkan penggunaan pupuk kimia secara terus menerus dalam jangka waktu yang lama akan mengeraskan tanah dan menurunkan responnya. Kombinasi penggunaan pupuk kandang bersih atau pupuk anorganik sangat efektif dalam meningkatkan produktivitas tanaman pertanian dengan memperbaiki struktur tanah dan menyediakan unsur hara.(Wiraguna, 2022)

Untuk menjaga keseimbangan sifat fisik dan kimia tanah serta mencegah kerusakan tanah, sebaiknya dilakukan pemupukan dengan kombinasi kotoran sapi dan pupuk buatan/kimia. Pemanfaatan kotoran sapi sebagai pupuk untuk meningkatkan kesuburan tanah tidak hanya akan menyelamatkan lingkungan, tetapi juga meningkatkan kualitas dan nilai ekonomi dari kotoran sapi. Memasukkan kotoran sapi ke dalam pupuk organik juga dapat bermanfaat bagi petani. Pasalnya, sampah yang tadinya dianggap sampah bisa didaur ulang dan dimanfaatkan. Hal ini memungkinkan para peternak untuk memanfaatkannya untuk kebutuhan sendiri atau menjualnya untuk penghasilan sampingan. Mengubah kotoran menjadi pupuk juga merupakan salah satu cara untuk mengatasi sampah yang mencemari lingkungan(Sakiah et al., 2020)

2.4 Unsur hara pada POC kotoran sapi

Di antara jenis pupuk kandang tersebut, kotoran sapi kaya akan serat seperti selulosa, dibuktikan dengan parameter rasio C/N berdasarkan pengukuran yang sangat tinggi >40. Selain itu pupuk ini juga mengandung unsur hara makro seperti 0,5 N, 0,25 P₂O₅, 0,5% K₂O dengan 0,5% air, dan unsur mikro esensial lainnya (Parnata, 2010).Kandungan hara kotoran sapi,kadar air 80%, bahan organik 16%, N 0,03%, P₂O₅ 0,02%, K₂O 0,15%, CaO 0,2%, rasio C/N 20 -25

(Phallus 1991)(Wijayanto & Wilarso Budi, 2019)

Penelitian yang dilakukan oleh Sahera, Laode Sabaruddin, dan La Ode Safuan (2012) menyimpulkan bahwa bokashi kotoran sapi meningkatkan: luas daun, jumlah bunga per tanaman, jumlah buah per tanaman, bobot tanaman baru dan hasil ($t\ ha^{-1}$); . Pupuk kandang sapi Bokashi dengan takaran $10\ t\ ha^{-1}$ menghasilkan rata-rata hasil bobot segar rata-rata $2212,83\ g\ tanaman^{-1}$ atau $49,11\ tha^{-1}$ dan $2196,11\ g\ tanaman^{-1}$ atau $39,53\ t\ ha^{-1}$.

Salah satu alternatif untuk meningkatkan produktivitas tanah adalah melalui pemberian pupuk organik, karena beberapa manfaat kotoran sapi antara lain memperbaiki struktur tanah dan berperan sebagai pengurai bahan organik oleh mikroorganisme tanah. (Yao et al., 2022).

2.5 Sifat Kimia Tanah

Komponen kimia tanah mempunyai peranan paling besar dalam menentukan sifat dan karakteristik tanah secara umum serta kesuburan tanah. Bahan aktif tanah yang terlibat dalam penyerapan dan pertukaran ion adalah bahan koloid seperti tanah liat dan bahan organik. Kedua bahan koloid ini berperan langsung maupun tidak langsung dalam mengatur dan menyediakan unsur hara bagi tanaman(Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementrian Pertanian, 2012)

2.5.1 Reaksi Tanah(pH) .

PH tanah merupakan ukuran kekuatan keasaman, bukan keasaman total dalam tanah. Di beberapa tanah seperti tanah liat berat , gambut dapat menahan perubahan pH atau keasaman yang lebih besar dibandingkan tanah berpasir. Tanah yang tahan terhadap keasaman disebut tanah pinus yang buruk(Yupitasari et al., 2020)

Nilai pH tanah sangat mempengaruhi kelarutan unsur-unsur tersebut yang cenderung berada dalam keadaan setimbang dengan fasa padatnya.Pelarutan oksida atau hidroksida Fe dan Al berbanding lurus dengan konsentrasi ion hidroksil (OH), dan pelarutan menurun seiring dengan meningkatnya pH. Kelarutan Fe-fosfat, Al-fosfat, dan Ca-fosfat sangat bergantung pada pH, begitu pula kelarutan anion molibdat (MoO_4) SO_4 yang terserap. Kriteria nilai

kandungan pH dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kriteria H.

| No | pH | Reaksi |
|------|-----------|--------------|
| 1.1. | <4.5 | Sangat masam |
| 2.2. | 4,5 – 5 | Masam |
| 3.3. | 5.5 – 6.5 | Agak Masam |
| 4.4. | 6.6 – 7.5 | Netral |
| 5. | 7.6 – 8.5 | Agak Alkalis |
| 6 | >8.5 | Alkalis |

Sumber: Balai Penelitian Tanah (2009)

Menurut Hardjowigen, mengetahui pH tanah penting untuk mengetahui kemudahan penyerapan unsur hara tanaman, pada umumnya unsur hara mudah diserap oleh akar tanaman di sekitar pH tanah netral, dimana sebagian besar unsur hara mudah larut dalam air. Pada tanah masam, P unsur hara tidak dapat diserap tanaman karena terikat (terfiksasi) dengan Al, sedangkan di dalam tanah unsur P yang bersifat basa tidak dapat diserap tanaman karena distabilkan oleh Ca.

2.5.2 C-Organik

C organik dalam tanah merupakan gabungan sisa tumbuhan dan hewan yang sebagian disebabkan oleh perubahan dan pembaharuan iklim, umumnya C organik dalam tanah matang berjumlah 4-5% dari total berat tanah. Seperti telah disebutkan sebelumnya, C organik tanah sangat mempengaruhi tingkat kapasitas tukar kation. Sekitar separuh nilai KTK tanah berasal dari bahan organik. Bahan organik dapat meningkatkan kapasitas tukar kation dua hingga tiga kali lebih besar dibandingkan koloid mineral dan menyumbang 30-90% kapasitas adsorben tanah mineral. Bahan organik akan menghasilkan humus (koloid organik) yang memungkinkan permukaan menyerap unsur hara dan air sehingga meningkatkan kemampuan tanah dalam mengikat unsur hara. (Melsasail, 2019)

Kedekatan hubungan antara C organik dengan sifat kimia tanah lainnya menunjukkan adanya korelasi positif yang sangat nyata terhadap KTK tanah. Kandungan C organik juga berkorelasi nyata dengan kandungan liat, N, P,

dan Kpotensial, Mg-exchange, K-exchange dan Al-dd. Sedangkan kejenuhan basa memiliki korelasi negatif yang sangat nyata (Yupitasari et al., 2020). Kriteria nilai kandungan Karbon dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kriteria C-Organik

| No | Karbon | Reaksi |
|------|--------|---------------|
| 1.1. | <1 | Sangat Rendah |
| 2.2. | 1-2 | Rendah |
| 3.3. | 2-3 | Sedang |
| 4.4. | 3-5 | Tinggi |
| 5. | >5 | Sangat tinggi |

Sumber: Balai Penelitian Tanah (2009)

Pengukuran C organik tidak langsung dapat mengidentifikasi bahan organik dengan beberapa faktor koreksi. Faktor yang telah digunakan selama bertahun-tahun adalah faktor Van Bemmelen yaitu 1,724 yang mengandalkan bahan organik yang mengandung 58% karbon. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa bahan organik dalam C organik sangat bervariasi di dalam tanah. Sebuah penelitian menemukan bahwa lapisan tanah bagian bawah (subsoil) memiliki faktor yang lebih tinggi dibandingkan lapisan tanah bagian atas. Tanah lapisan atas biasanya memiliki faktor 1,8 hingga 2,0 Lapisan tanah bagian bawah sekitar 2,5(Sakiah et al., 2020; Yupitasari et al., 2020)

2.5.3 N-Total

Nitrogen merupakan unsur hara makro yang penting, sekitar 1,5% dari berat tanaman, dan terutama terlibat dalam sintesis protein. Unsur ini tidak stabil karena mudah berubah bentuk dan mudah hancur baik oleh zat-zat yang mudah menguap (gasN_2) maupun melalui pelindian (NO^{3-}). Di atmosfer, N merupakan unsur dominan karena menyumbang 80% gas, namun bentuk gas ini tidak dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan. Pemanfaatannya hanya dapat dicapai dengan bantuan mikroba remediasi yang mengubah N_2 dalam bentuk amonium (NH^{4+}) yang tersedia bagi tanaman, baik melalui mekanisme simbiosis maupun non simbiosis (Hanafiah, 2018). Kriteria nilai kandungan Nitrogen dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Kriteria Nitrogen

| No | Nitrogen | Reaksi |
|------|-----------|---------------|
| 1.1. | <0,1 | Sangat rendah |
| 2.2. | 0,1-0,2 | Rendah |
| 3.3. | 0,21-0,5 | Sedang |
| 4.4. | 0,51-0,75 | Tinggi |
| 5. | >0,75 | Sangat tinggi |

Sumber: Balai Penelitian Tanah (2009)

2.5.4 Fosfor (p)

Fosfor (P) merupakan unsur hara yang esensial bagi tanaman, dan tidak ada unsur lain yang dapat mengubah fungsinya pada tanaman, sehingga tanaman harus mendapat unsur hara P yang cukup untuk pertumbuhannya. Fungsi penting fosfor pada tumbuhan meliputi fotosintesis, respirasi, transfer dan penyimpanan energi, pembelahan dan pembesaran sel serta proses lainnya. Kriteria nilai kandungan fosfor dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Kriteria Fosfor

| No | Fosfor | Reaksi |
|----|--------|---------------|
| 1. | <15 | Sangat rendah |
| 2. | 15-2 | Rendah |
| 3. | 21-4 | Sedang |
| 4. | 41-6 | Tinggi |
| 5. | >60 | Sangat tinggi |

Sumber: Balai Penelitian Tanah (2009)

Jumlah fosfor dalam tanah ditentukan oleh beberapa faktor, namun faktor yang terpenting adalah pH tanah dalam tanah akan menyebabkan fosfor bereaksi dengan ion besi dan aluminium. Reaksi ini menghasilkan besi fosfat atau aluminium fosfat yang sulit larut dalam air sehingga tanaman tidak dapat memanfaatkannya. Pada tanah dengan pH tinggi, fosfor akan bereaksi dengan ion kalsium fosfat, ion yang sulit diserap dan tidak dapat digunakan oleh tanaman. Jadi, berapa pun pH tanahnya, pupuk fosfat tidak berpengaruh pada tanaman.

2.5.5 Kalium

Diserap dalam bentuk ion K^+ . Muatan positif kalium akan membantu menetralkan muatan listrik akibat muatan negatif nitrat, fosfat, dan unsur lainnya. Ketersediaan kalium dapat berbeda-beda tergantung penambahan luar tanaman, tergantung fiksasi tanah itu sendiri, dan penambahan kalium, (Aryandhita & Kastono, 2021) kriteria nilai kandungan kalium dapat dilihat pada Tabel 2.5 di bawah ini.

Tabel 2.5 Kriteria Kalium

| No | Kalium | Reaksi |
|----|--------|---------------|
| 1. | <10 | Sangat Rendah |
| 2. | 10-2 | Rendah |
| 3. | 21-4 | Sedang |
| 4. | 41-6 | Tinggi |
| 5. | >60 | Sangat tinggi |

Sumber: Balai Penelitian Tanah (2009)

Unsur K rata-rata membentuk 1,0% bagian tumbuhan. Unsur ini mempunyai peranan yang berbeda dibandingkan N, S, dan P karena jarang berfungsi sebagai penyusun komponen tumbuhan seperti protoplasma, lemak, dan selulosa tetapi berfungsi dalam mekanisme pengaturan (katalitik dan katalitik) fotosintesis, translokasi karbohidrat, dan protein. sintesis dan sebagainya. (Aryandhita & Kastono, 2021)

2.5.6 KTK.

Kapasitas tukar kation merupakan kemampuan tanah dalam menyerap kation dan berinteraksi dengan muatan negatif, yang di dalam tanah terutama berasal dari koloid humus dan mineral lempung. Kriteria nilai kandungan Kapasitas Tukar Kation dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Kriteria Kapasitas Tukar Kation

| NO | KTK | Reaksi |
|----|------|---------------|
| 1. | <5 | Sangat Rendah |
| 2. | 5-1 | Rendah |
| 3. | 17-2 | Sedang |
| 4. | 25-4 | Tinggi |
| 5. | >40 | Sangat tinggi |

Sumber: Balai Penelitian Tanah (2009)

Kapasitas Tukar Kation (KTK) adalah kemampuan untuk menyerap dan menukar kation bergerak lainnya. Besar kecilnya KTK tanah dipengaruhi oleh tekstur tanah, kandungan bahan organik, dan jenis mineral lempung, yang sangat menentukan besarnya KTK. Tanah yang bertekstur lempung akan mempunyai nilai KTK yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanah yang bertekstur pasir, hal ini disebabkan karena lempung merupakan koloid tanah dan bahan organiknya adalah humus yang berperan sebagai koloid tanah, sehingga semakin banyak bahan organik maka semakin tinggi pula KTK tanah dan jenis mineral lempungnya. juga terdapat dalam tanah sangat menentukan besarnya KTK tanah (Yupitasari et al., 2020)

2.5.7 Kejenuhan basa (K, Ca, Na, Mg).

Basa-basa yang dapat dipertukarkan meliputi Kalium (K), Natrium (Na), Kalsium (Ca), dan Magnesium (Mg) sangat penting untuk pertumbuhan tanaman. Kation dapat tukar dalam jumlah miligram setara masing-masing kation yang berada dalam kompleks pertukaran tanah (Nugroho, 2009). Namun berperan penting dalam menentukan karakteristik tanah dan pertumbuhan tanaman terutama di daerah arid dan semi arid (kering dan agak kering) yang berdekatan dengan pantai karena tingginya kadar Na air laut (Hanafiah, 2005). Kriteria nilai kandungan Kation Basa dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7 kriteria kation basa (K, Na, Ca, Mg)

| Sifat tanah | Sangat rendah | Rendah | Sedang | Tinggi | Sangat tinggi |
|-------------|---------------|---------|---------|---------|---------------|
| Ca | <2 | 2-5 | 6-10 | 11-20 | >20 |
| Mg | <0.4 | 0.4-1 | 1.1-2.0 | 2.1-8.0 | >8 |
| Na | <0.1 | 0.1-0.3 | 0.4-0.7 | 0.8-1.0 | >1 |
| K | <0.1 | 0.1-0,2 | 0.3-0.5 | 0.6-1.0 | >1 |

Sumber: Balai Penelitian Tanah (2009)

Natrium dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman jika tanaman menunjukkan gejala kekurangan kalium. Natrium berpartisipasi dalam proses

fisiologis dengan K dengan mencegah atau menghambat penyerapan K berlebihan. Namun, Na juga dapat menjadi racun bagi tanaman, meskipun dalam jumlah kecil dan berlebihan di dalam tanah. Pada kadar Na yang tinggi menimbulkan gejala toksik pada tanaman seperti stres akibat tekanan osmotik yang tinggi.

Magnesium diserap tanaman dalam bentuk Mg^{2+} . Sebagian besar Mg^{2+} diserap tanaman dari larutan tanah melalui *fluks massa*. Sementara itu, intersepsi sangat sedikit. Jumlah Mg yang diserap tanaman lebih sedikit dibandingkan Ca atau K. Konsentrasi Mg dalam media larutan tanaman biasanya berkisar antara 30 hingga 100 ppm. Mg merupakan atom sentral dalam molekul klorofil sehingga penting dalam kaitannya dengan proses fotosintesis, serta mendukung metabolisme fosfat dan respirasi tanaman, serta merupakan penggerak banyak sistem enzim.

Tanah liat mengandung lebih banyak Ca dibandingkan tanah berpasir. Ca berfungsi bagi tanaman untuk merangsang pertumbuhan akar dan daun, membantu mengaktifkan banyak enzim tanaman, menetralkan asam organik pada tanaman (Sahfiitra, 2023)