

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Tanaman karet (*Hevea brasiliensis*) merupakan spesies utama penghasil karet alam. Data International Rubber Study Group (IRSG) yang dilaporkan oleh Pinizzotto (2019) memperkirakan bahwa total luas tanaman karet di dunia mencapai sekitar 12 juta hektar, 91% di antaranya dibudidayakan di Asia, 6% di Afrika, dan 3% di Amerika. Malaysian Rubber Board (2019) melaporkan bahwa produksi karet alam dunia pada tahun 2018 mencapai 13,89 juta ton dengan konsumsi mencapai 13,81 juta ton. Thailand dan Indonesia menyuplai 61% dari total produksi karet alam dunia, 29% diproduksi oleh Vietnam, Malaysia, China, India dan Pantai Gading, dan sisa 10% berasal dari negara-negara produsen minor (Junaidi, 2020).

Variasi tipologi klonal dikelompokkan menjadi tiga sifat metabolisme, yakni metabolisme tinggi (quick starter), sedang (medium starter), dan rendah (slow starter). Klon-klon metabolisme tinggi memiliki sifat spesifik, diantaranya produksi awal tinggi, tidak atau kurang responsif terhadap stimulan, rentan terhadap serangan KAS, kulit pulihan kurang atau tidak potensial (tipis atau benjolbenjol), dan dari morfologi tanaman umumnya lilit batang kecil sampai sedang. Klon-klon metabolisme rendah memiliki produksi awal relatif lebih rendah, responsif terhadap pemberian stimulan, relatif tahan terhadap tekanan sadap, dan kulit pulihan umumnya tebal dan potensial untuk dimanfaatkan. Dari sisi morfologi umumnya lilit batang sedang sampai besar. Klon-klon metabolisme sedang berada diantara kedua sifat spesifik itu (Siregar dan Irwan, 2013).

Kebutuhan bibit karet terus meningkat sejalan dengan peningkatan luas areal perkebunan karet rakyat dan pemerintah. Bibit yang bermutu menjadi kebutuhan masyarakat, sehingga perlu pengembangan bibit yang berasal dari balai-balai penelitian. Selain sumber bibit yang baik maka usaha untuk memperoleh bibit yang baik adalah dengan penggunaan pupuk organik, baik pupuk organik cair maupun padat. Pupuk organik memiliki fungsi dalam meningkatkan kesuburan tanah, baik fisik maupun biologi tanah. Penggunaan pupuk merupakan salah satu cara untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman. Pupuk didefinisikan sebagai material yang ditambahkan ke tanah atau ke tajuk tanaman dengan tujuan untuk melengkapi ketersediaan unsur hara. Pupuk yang digunakan berupa pupuk organik (Novizan, 2010). Penggunaan pupuk merupakan salah satu cara untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Penggunaan bahan tanam atau bibit karet yang berkualitas merupakan langkah awal usaha tani karet yang baik. Menurut Boerhendhy & Amypalupy (2011), penyiapan bibit yang kurang tepat sering menjadi faktor penyebab lambatnya masa matang sadap sehingga produktivitas tanaman rendah. Salah satu kegiatan pemeliharaan yang penting pada pembibitan tanaman karet dalam polibeg adalah pemupukan anorganik. Hasil penelitian Achmad & Putra (2016) menunjukkan adanya peningkatan pertumbuhan tanaman karet pada pembibitan polibeg dengan pemberian pupuk anorganik. Tanah subur yang ideal digunakan sebagai media tanam untuk pembibitan tanaman karet sebagian besar telah dimanfaatkan dan ketersediaannya semakin menurun sehingga harus menggunakan tanah yang kurang subur (Sianipar *et al.*, 2014). Pada kondisi tanah dengan tingkat ketersediaan unsur hara yang rendah peranan pemupukan menjadi

sangat penting dalam usaha untuk mencukupi kebutuhan hara tanaman sehingga tanaman karet dapat tumbuh dengan optimal.

Salah satu permasalahan pemupukan anorganik yang sering ditemui di lapangan adalah tingkat efektivitas pemupukannya yang rendah. Efektivitas pemupukan dipengaruhi oleh jenis pupuk yang digunakan dan berpengaruh terhadap biaya pemupukan yang perlu dikeluarkan (Hidayati *et al.*, 2018). Pemupukan anorganik pada pembibitan tanaman karet umumnya diberikan melalui akar dalam bentuk padat menggunakan pupuk tunggal. Menurut Saputra *et al.* (2017), efektivitas pemupukan anorganik tunggal relatif rendah dikarenakan adanya kehilangan hara yang tinggi akibat pencucian dan penguapan. Menurut Ginting (2020) selain jenis pupuk yang diberikan, efektivitas pemupukan juga dipengaruhi oleh kapasitas tanah dalam menyediakan hara bagi tanaman. Pemupukan pada pembibitan tanaman karet yang menggunakan pupuk tunggal pada media tanah dengan kemampuan menyediakan unsur hara yang rendah sebaiknya diberikan tambahan bahan organik untuk dapat meningkatkan efektivitas pemupukannya. Hasil penelitian oleh Putra & Widyasari (2018) menunjukkan adanya peningkatan efektivitas pupuk anorganik tunggal dengan penambahan bahan organik dari gambut rawa di pembibitan tanaman karet dalam polibeg pada kondisi media tanah dengan kandungan bahan organik dan kapasitas tukar kation yang rendah.

Logam Timbal (Pb) ialah satu dari berbagai logam berat yang paling banyak ditemukan di lingkungan (Pratiwi *et al.*, 2018). Salah satu bahan pencemar yang menjadi indikator untuk mendeteksi terjadinya pencemaran tanah adalah cemaran logam berat di dalamnya. Faktor yang menyebabkan

logam berat termasuk dalam kelompok zat pencemar adalah karena adanya sifat-sifat logam berat yang tidak dapat terurai (non degradable) dan mudah diabsorpsi. Salah satu logam berat yang dapat berpotensi menjadi racun jika berada dalam tanah dengan konsentrasi berlebih adalah Pb (Timbal). Unsur Pb merupakan kelompok logam berat yang tidak esensial bagi tumbuhan, bahkan dapat mengganggu siklus hara dalam tanah (Novandi R. *et al.*, 2014).

Pencemaran logam berat biasanya terjadi karena adanya penggunaan pupuk kimia, pestisida, herbisida, dan input pertanian lain berbahan kimia sintetis. Untuk menanggulangnya diperlukan perbaikan penerapan pertanian secara bertahap mengurangi penggunaan bahan kimia demi pertanian yang berkelanjutan (Kementan, 2023).

Menurut Hartatik W. *et al.*, (2015) pada umumnya kondisi lahan pertanian di Indonesia mengalami kemunduran kesuburan dan kerusakan tanah serta telah mengalami penurunan produktivitas, khususnya lahan sawah intensifikasi. Penyebabnya diantaranya adalah: a) ketidakseimbangan kadar hara dalam tanah; b) pengurasan dan defisit hara; c) penurunan kadar bahan organik tanah; d) pendangkalan lapisan tapak bajak; e) pencemaran oleh bahan agrokimia atau limbah; f) penurunan populasi dan aktivitas mikroba; dan g) salinisasi/alkalinisasi.

Pemanfaatan pupuk organik yang memadai dalam jumlah, kualitas, dan kontinuitas diperlukan untuk mengurangi kemunduran kesuburan tanah dan meningkatkan produktivitas hasil yang berkelanjutan. Saat ini, pupuk organik telah menjadi hal yang umum di masyarakat dan bahkan menjadi program pemerintah untuk meningkatkan kesuburan dan produksi tanaman (Hartatik W. *et al.*, 2015).

Pemberian pupuk organik dapat memperbaiki struktur tanah, menaikkan bahan serap tanah terhadap air, menaikkan kondisi kehidupan di dalam tanah, dan sebagai sumber zat makanan bagi tanaman. Sedangkan pemberian pupuk anorganik dapat merangsang pertumbuhan secara keseluruhan khususnya cabang, batang, daun, dan berperan penting dalam pembentukan hijau daun (Lingga, 2008).

Menurut Dariah *et al.* (2015), bahan organik merupakan sumber bahan pembenah tanah yang sudah banyak tersedia di tengah masyarakat. Bahan organik selain diberikan sebagai pupuk organik dapat juga diberikan sebagai bahan pembenah tanah organik. Fungsi pembenah tanah organik diharapkan mampu memantapkan agregat tanah, merubah kapasitas tanah menahan air, dan meningkatkan kapasitas tukar kation (Sugiono *et al.*, 2017). Tambunan *et al.* (2014) juga menyatakan bahwa bahan pembenah tanah organik mampu meningkatkan kemampuan tanah dalam menyediakan unsur hara sehingga dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Salah satu bahan pembenah tanah organik yang saat ini banyak digunakan oleh masyarakat adalah asam humat.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Jenis klon mempengaruhi fisiologis biji karet dalam proses pertumbuhan.
2. Harga pupuk Anorganik yang mahal dan cemaran Pb (Timbal).
3. Pemupukan dapat mempengaruhi sifat kimia tanah dan fisiologis bibit tanaman karet.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengidentifikasi biji karet Klon *Quick Starter* dan *Slow Starter*.
2. Untuk mengetahui pertumbuhan Klon *Quick Starter* dan *Slow Starter* terhadap penggunaan pupuk Anorganik dan Organik.
3. Untuk mengetahui apakah ada cemaran Pb pada tanah akibat pemberian pupuk Anorganik.

1.4.Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini adalah:

1. Adanya perbedaan antara Klon *Quick Starter* dan *Slow Starter*.
2. Adanya perbedaan pertumbuhan Klon *Quick Starter* dan *Slow Starter* terhadap penggunaan pupuk Anorganik dan Organik.
3. Adanya cemaran Pb akibat pemberian pupuk anorganik.

1.5.Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

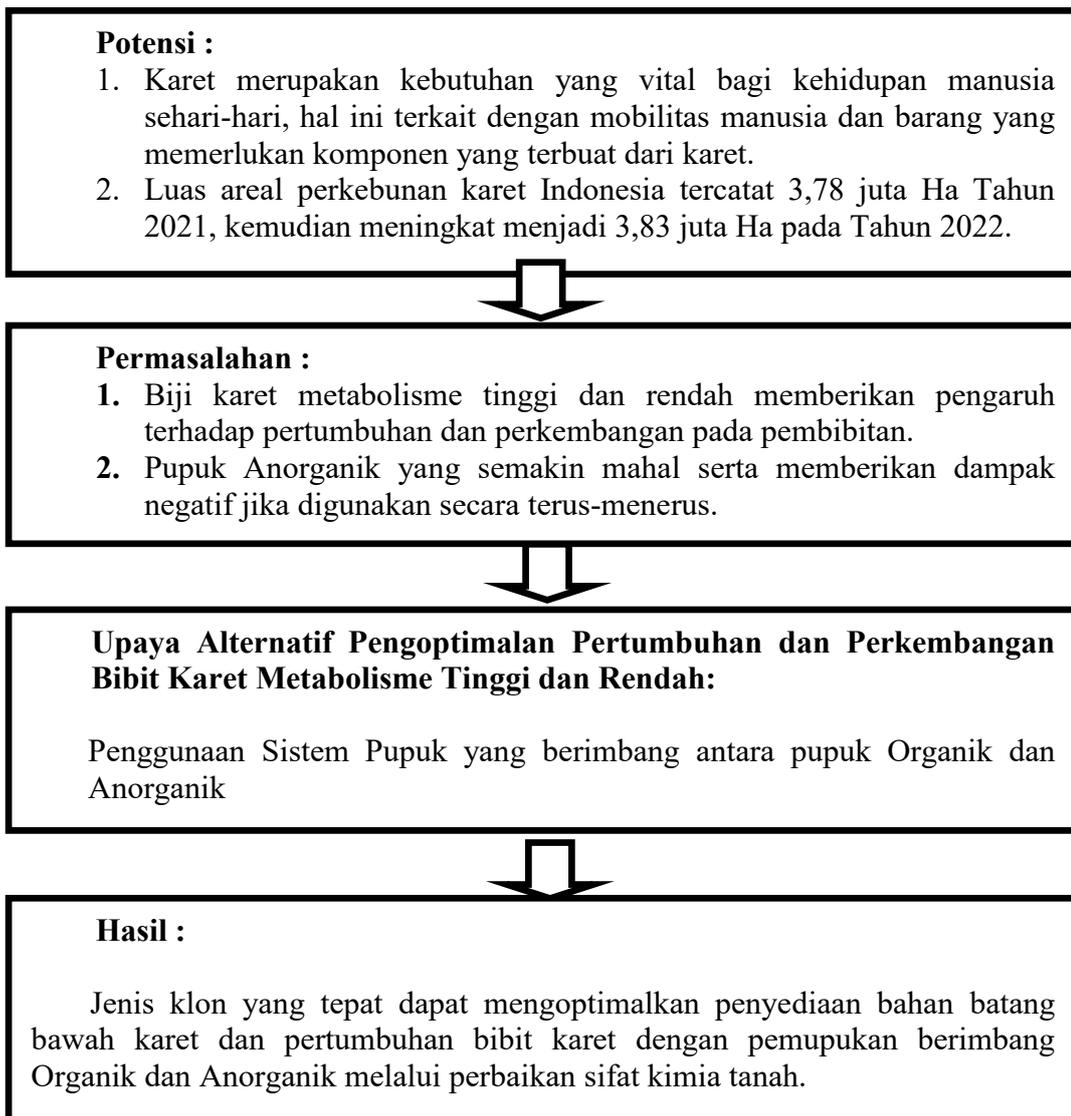
1. Hasil penelitian ini dapat dijadikan informasi tentang perbedaan antara Klon *Quick Starter* dan *Slow Starter*.
2. Hasil penelitian ini dapat dijadikan informasi tentang perbedaan pertumbuhan Klon *Quick Starter* dan *Slow Starter* terhadap penggunaan pupuk Anorganik dan Organik.
3. Hasil penelitian ini dapat dijadikan informasi tentang bahaya adanya cemaran Pb pada tanah.

1.6. Ruang Lingkung Penelitian

Penelitian ini dapat dijadikan referensi dalam memilih bahan tanam dan meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan memanfaatkan pupuk Organik dan

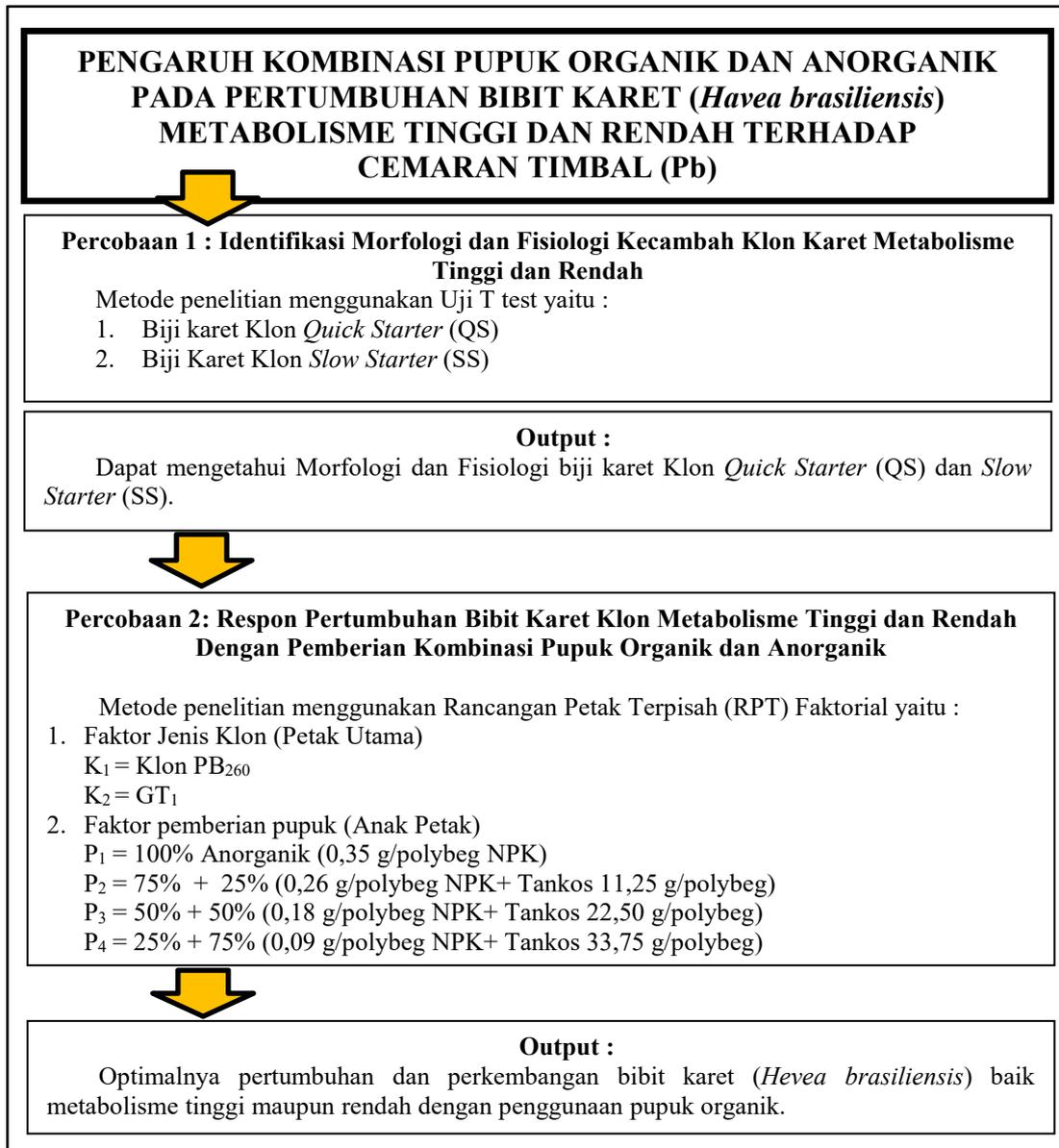
Anorganik. Mengurangi penggunaan pupuk kimia untuk mencegah cemaran Pb pada tanah dan efisiensi penggunaan pupuk kimia. Penelitian ini meliputi Studi bibit karet metabolisme tinggi maupun metabolisme rendah dan mengamati apakah adanya cemaran Pb akibat penggunaan pupuk kimia.

Kerangka pemikiran penelitian



Gambar 1. Kerangka Pemikiran Penelitian

Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian Pengaruh Kombinasi Pupuk Organik dan Anorganik Pada Pertumbuhan Bibit Karet (*Havea brasiliensis*) Metabolisme Tinggi Dan Rendah Terhadap Cemaran Timbal (Pb).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bahan Tanam Karet Unggul

Pertanaman karet di Indonesia pada awalnya dikembangkan secara generatif menggunakan biji sebagai bahan tanam, tanpa melakukan seleksi. Dengan bahan tanam tersebut pertanaman yang dihasilkan ternyata mempunyai pertumbuhan dan produksi yang beragam dan rendah. Kondisi demikian terus berlangsung sampai dengan tahun 1910. Pada tahun 1910 mulai dilakukan seleksi pohon induk sebagai sumber perbanyakan dan ternyata memberikan hasil yang lebih baik. Dengan kenyataan tersebut maka pada pertanaman selanjutnya sudah menggunakan bahan tanam yang terseleksi, walaupun masih secara generatif dengan biji. Teknik perbanyakan secara vegetatif dengan okulasi yang ditemukan pada periode tahun 1914-1917, membawa perubahan yang sangat berarti dalam teknik perbanyakan pada tanaman karet dan masih digunakan hingga saat ini. Dengan perbanyakan secara vegetatif akan mendapatkan tanaman yang mempunyai sifat relatif sama seperti induknya. Menurut Undang-Undang No. 12 tahun 1992, pasal 1 ayat 4, benih tanaman yang selanjutnya disebut sebagai benih adalah tanaman atau bagian tanaman yang digunakan untuk perbanyakan. Pada tanaman karet dengan perbanyakan secara vegetatif dengan teknik okulasi, maka pengertian benih dikelompokkan menjadi 3 bentuk yaitu (1) biji untuk batang bawah, (2) entres untuk sumber mata dan (3) bibit hasil okulasi (Lasminingsih, 2024).

Selain penggunaan klon unggul anjuran, peningkatan produktivitas lahan juga merupakan hal penting dalam meningkatkan produktivitas hasil tanaman karet, diantaranya adalah dengan penggunaan pembenah tanah. Bahan pembenah tanah dikenal juga sebagai soil conditioner. Di kalangan ahli tanah diartikan

sebagai bahan-bahan sintetis atau alami, organik atau mineral, berbentuk padat maupun cair yang mampu memperbaiki struktur tanah, dapat merubah kapasitas tanah menahan dan melalukan air, serta dapat memperbaiki kemampuan tanah dalam memegang hara, sehingga air dan hara tidak mudah hilang, tanaman masih mampu memanfaatkan air dan hara tersebut (Dariah *et al.*, 2015 *dalam* Ashari *dkk.*, 2020).

2.2. Viabilitas dan Vigor Benih

Viabilitas benih merupakan salah satu unsur dalam mutu fisiologis benih. Viabilitas dapat dilihat dari daya berkecambah dan bobot kering kecambah normal. Daya berkecambah menginformasikan kemungkinan benih tumbuh normal pada kondisi lapang dan lingkungan yang optimum (Justice dan Bass, 2002 *dalam* Azizah, 2018). Struktur tumbuh kecambah normal tentu mempunyai kesempurnaan tumbuh yang dicerminkan dari bobot bahan keringnya (Sadjad, 1993 *dalam* Azizah, 2018). Sedangkan vigor benih adalah kemampuan benih tumbuh normal pada kondisi lapang dan lingkungan suboptimum. Nilai indeks vigor adalah nilai yang dapat mewakili kecepatan perkecambahan benih yang mengindikasikan benih tersebut vigor (Copeland dan Mc Donald, 2001 *dalam* Azizah, 2018). Benih yang vigor mampu tumbuh pada berbagai macam kondisi di lapangan (Sadjad, 1993 *dalam* Azizah, 2018).

Vigor benih tinggi memiliki kekuatan tumbuh yang tinggi serta daya simpan yang tinggi. Vigor benih yang dapat diamati dari penelitian ini adalah vigor daya simpan, vigor kekuatan tumbuh, dan vigor genetik. Keserempakan tumbuh mengindikasikan vigor daya simpan, karena keserempakan tumbuh menunjukkan adanya hubungan dengan daya simpan. Artinya bahwa

keserempakan tumbuh yang tinggi mengindikasikan daya simpan kelompok benih yang tinggi pula. Benih yang mempunyai kecepatan tumbuh dan keserempakan tumbuh yang tinggi memiliki tingkat vigor yang tinggi (Sadjad *et al.*, 1999 dalam Azizah, 2018).

Sedangkan kecepatan tumbuh merupakan salah satu tolak ukur dari parameter vigor kekuatan tumbuh. Kecepatan tumbuh berhubungan erat dengan vigor benih, benih yang kecepatan tumbuhnya tinggi, tanaman yang dihasilkan cenderung lebih tahan terhadap keadaan lingkungan yang sub optimum. Menurut Ardian (2008 dalam Azizah, (2018), kemampuan benih mempertahankan kecepatan tumbuh selama periode simpan dapat menunjukkan bahwa benih tersebut memiliki kekuatan tumbuh yang tetap tinggi dan benih tersebut dapat memperlambat laju kemunduran benih.

2.3. Peran Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis*)

Tanaman karet juga mampu berperan dalam reboisasi dan rehabilitasi lahan karena sifatnya yang mudah beradaptasi terhadap lingkungan dan tidak terlalu memerlukan tanah dengan tingkat kesuburan tinggi. Daya adaptasi dan keragaman genetik karet yang tinggi memungkinkan tanaman ini dikembangkan di lahan marginal dan kritis. Berbeda dengan jenis tanaman perkebunan lain, pengusahaan tanaman karet sangat menguntungkan karena adaptasi tanaman terhadap lingkungan dan iklim sangat baik, dan budidayanya sederhana (Indraty, 2004 dalam Shara *et al.*, 2014).

Bahan tanam yang baik harus memenuhi kriteria mutu genetik, mutu fisiologi, dan mutu fisik. Bibit karet unggul dihasilkan dengan teknik okulasi

antara batang atas dan batang bawah yang tumbuh dari biji-biji karet pilihan (Janudianto, *dkk*, 2013 *dalam* Shara *et al.*, 2014).

Penggunaan biji yang berkualitas akan menghasilkan pertumbuhan batang bawah yang seragam, sehingga dapat mempersingkat masa tanaman belum menghasilkan (TBM) sekitar 5–9 bulan (Gan, 1989 *dalam* Shara *et al.*, 2014). Saat ini biji yang dianjurkan sebagai benih untuk batang bawah berasal dari klon GT 1, AVROS 2037, BPM 224, PB 260, PB 330, dan RRIC 100 (Boerhendy dan Khaidir, 2010 *dalam* Shara *et al.*, 2014).

Perkecambahan merupakan proses pertumbuhan dan perkembangan embrio. Hasil dari perkecambahan adalah munculnya radikula (calon akar) yang memanjang dan ke luar menembus kulit biji (Lakitan, 1996 *dalam* Shara *et al.*, 2014). Biji karet tergolong rekalsitran (peka terhadap kekeringan) maka biji yang telah dipilih dan diseleksi harus segera disemai dan paling lama 6 hari setelah biji jatuh (Siagian dan Suhenry, 2006 *dalam* Shara *et al.*, 2014). Oleh karena itu, biji karet perlu dikelola secara cepat dan tepat hingga ditanam di lahan pembibitan batang bawah (Sakhibun dan Husin, 1990 *dalam* Shara *et al.*, 2014).

Salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bibit selain faktor internal/genetik juga faktor eksternal (lingkungan tumbuh). Lingkungan tumbuh dapat berupa media tumbuh bibit. Media tumbuh yang baik adalah media yang mampu menyediakan air dan unsur hara dalam jumlah cukup bagi pertumbuhan bibit. Hal ini dapat ditemukan pada tanah dengan tata udara dan air yang baik, mempunyai agregat mantap, kemampuan menahan air yang baik, dan ruang untuk perakaran yang cukup (Gardner *et al.*, 1991 *dalam* Shara *et al.*, 2014).

Media tumbuh tanaman merupakan salah satu faktor yang harus diperhatikan sebab media tumbuh tanaman mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman untuk mendapatkan hasil yang optimal. Menurut Harjadi (1986 dalam Shara *et al.*, 2014) bahwa media yang baik untuk pertumbuhan tanaman harus mempunyai sifat fisik yang baik, gembur dan mempunyai kemampuan menahan air. Kondisi fisik tanah sangat penting untuk berlangsungnya kehidupan tanaman menjadi dewasa.

Persiapan batang bawah adalah suatu kegiatan untuk memperoleh bibit yang perakarannya kuat dan daya serap hara yang baik. Oleh karena itu diperlukan pembibitan batang bawah yang memenuhi syarat teknis mencakup persiapan tanah pembibitan, penanganan benih, perkecambahan, penanaman kecambah serta pemeliharaan tanaman di pembibitan. Dikarenakan hal itulah perlu dilakukan penelitian perkecambahan biji dan pertumbuhan bibit batang bawah tanaman karet dari klon dan media yang berbeda guna memenuhi mutu bibit yang baik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh klon biji karet terhadap perkecambahan serta mengetahui pengaruh media tanam dan klon biji karet terhadap pertumbuhan bibit batang bawah karet.

2.4. Peran Pupuk Organik dan Anorganik

Penggunaan pupuk di lahan kering umumnya menggunakan dosis yang kurang memadai, sehingga diduga terjadi pengurasan hara. Selain itu, penggunaan pupuk organik atau mengembalikan sisa panen ke lahan pertanian hampir tidak dilakukan. Khusus untuk lahan kering di areal yang berlereng, belum menerapkan tindakan konservasi tanah yang memadai, sehingga terjadi erosi dan aliran permukaan yang tinggi. Hal ini menyebabkan kandungan hara dan bahan organik

rendah. Untuk mengurangi kemunduran kesuburan tanah dan meningkatkan produktivitas hasil yang berkelanjutan perlu pemanfaatan pupuk organik yang memadai baik dalam jumlah, kualitas dan kontinuitasnya. Pupuk organik saat ini sudah banyak dikenal masyarakat bahkan menjadi program pemerintah untuk meningkatkan kesuburan dan produksi tanaman (Hartatik *dkk.*, 2015).

2.5. Pentingnya Bahan Organik Tanah

Bahan organik tanah umumnya berasal dari jaringan tanaman. Residu tanaman mengandung 60- 90% air dan sisa bahan keringnya mengandung karbon (C), oksigen, hidrogen (H), dan sejumlah kecil sulfur (S), nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca), dan magnesium (Mg). Meskipun jumlahnya sangat kecil, namun unsur hara ini sangat penting dari kesuburan tanah (Bot and Benites 2005 *dalam* Hartatik, 2015).

Menurut Bot dan Benites (2005 *dalam* Hartatik, 2015) sebagai penyumbang unsur hara bagi tanah, bahan organik memiliki peranan kunci sebagai: 1. Bahan organik yang berasal dari residu tanaman yang mengandung unsur hara esensial bagi tanah kemudian terakumulasi sebagai sumber makanan bagi tanaman. 2. Bahan organik yang sudah stabil (humus) berfungsi mengadsorpsi dan menahan unsur hara dalam bentuk tersedia bagi tanaman. Fungsi penting humus dalam tanah adalah: 1) meningkatkan efisiensi pupuk; 2) memperpanjang waktu pemanfaatan N; 3) meningkatkan serapan hara tanaman terutama P dan Ca; 4) mengurangi risiko serangan hama dan penyakit tanaman dengan keseimbangan fungsi hara dalam tanah; 5) membuffer Salinitas dalam tanah; dan 6) sebagai katalis meningkatkan status C dalam tanah (Brady and Weil 2002 *dalam* Hartatik, 2015).

2.6 Peranan Pupuk Organik terhadap Sifat Fisika, Kimia, dan Biologi Tanah

Penggunaan pupuk organik termasuk pupuk kandang memberikan beberapa keuntungan, salah satunya meningkatkan kemampuan tanah untuk menyimpan air agar tidak cepat menguap atau evaporasi, kemampuan pupuk kandang dalam menyimpan air dilihat dari tekstur, kandungan serat dan kelembabannya, pupuk kandang ayam memiliki tekstur remah dan kandungan serat yang rendah sehingga cepat terdekomposisi (Budiyanto, *et al.*, 2019) serta kelembaban hanya 53%, pupuk kandang kambing memiliki tekstur yang khas yaitu butiran dan kandungan seratnya tinggi serta kelembaban 65%, sedangkan pupuk kandang sapi memiliki tekstur remah jika dalam kondisi kering dan memiliki kandungan serat yang tinggi pula serta kelembaban yang mencapai 85% (Afniyanti, 2019). dengan keberadaan air tersebut dapat membantu proses pelapukan mineral dan bahan organik tanah sehingga dapat dimanfaatkan langsung oleh tanaman. Selain itu air berfungsi sebagai media gerak akar untuk menyerap unsur hara dalam tanah, serta mendistribusikannya ke seluruh bagian organ tanaman (Veronica, *et al.*, 2019).

Berbeda dengan pupuk kimia buatan yang hanya menyediakan satu sampai beberapa jenis hara saja, pupuk organik mempunyai peran penting dalam memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Meskipun kadar hara yang dikandung pupuk organik relatif rendah, namun peranan terhadap sifat kimia tanah, jauh melebihi pupuk kimia buatan. Peranan pupuk organik terhadap sifat kimia tanah adalah sebagai (a) penyedia hara makro (N, P, K, Ca, Mg dan S) dan mikro (Zn, Cu, Mo, Co, B, Mn dan Fe), (b) meningkatkan Kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah, (c) dapat membentuk senyawa kompleks dengan ion logam beracun seperti Al, Fe dan Mn sehingga logam-logam ini tidak meracuni.

Peranan pupuk organik terhadap sifat fisika tanah antara lain adalah (a) memperbaiki struktur tanah karena bahan organik dapat “mengikat” partikel tanah menjadi agregat yang mantap, (b) memperbaiki distribusi ukuran pori tanah sehingga daya pegang air (water holding capacity) tanah menjadi lebih baik dan pergerakan udara (aerose) di dalam tanah juga menjadi lebih baik, dan (c) mengurangi (buffer) fluktuasi suhu tanah.

Peranan pupuk organik terhadap sifat biologi tanah adalah sebagai sumber energi dan makanan bagi mikro dan meso fauna tanah. Dengan cukupnya tersedia bahan organik maka aktivitas organisme tanah meningkat yang juga meningkatkan ketersediaan hara, siklus hara tanah, dan pembentukan pori mikro dan makro tanah oleh makroorganisme seperti cacing tanah, rayap, colembola.

Pupuk kimia buatan hanya mampu menyediakan satu (pupuk tunggal) sampai beberapa jenis (pupuk majemuk) hara tanaman, namun tidak menyediakan senyawa karbon yang berfungsi memperbaiki sifat fisik dan biologi tanah. Dengan demikian penggunaan pupuk anorganik yang tidak diimbangi dengan pemberian pupuk organik dapat merusak struktur tanah dan mengurangi aktivitas biologi tanah.

2.7. Pupuk Kompos Tandan Kosong

Jumlah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) yang dihasilkan di Indonesia yaitu mencapai sekitar 556.671 ton/hari jumlah ini sangat besar dan bisa dapat menjadi kerusakan lingkungan apabila limbah TKKS ini tidak dikelola lebih lanjut (Sukantra, 2018). Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) merupakan salah satu pupuk organik yang memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi yaitu sebanyak 57.04% selain itu, limbah TKKS juga mengandung unsur hara seperti

Nitrogen (N) sebesar 1,5%, Fosfor (P) sebesar 0,5 Kalium (K) sebesar 7,3% dan Magnesium (mg) 0,9% (Eva *et al.*, 2021).

2.8. Cemar Pb (Timbal)

Kontaminasi yang terdapat di dalam tanah diantaranya logam berat timbal (Pb) dan Kadmium (Cd), salah satu pencemaran lingkungan yang berbahaya (Yullita *et al.*, 2015). Sumber pengkontaminan logam berat tersebut dapat berasal dari bahan dasar pembuatan pupuk yang ditambahkan maupun dari lingkungan. Logam berat sering kita temukan baik pada penggunaan pupuk organik maupun anorganik dan pestisida selama berbudidaya. Kualitas pupuk sangat ditentukan dari bahan baku dan unsur yang tidak bermanfaat diantaranya logam berat.

Dampak negatif logam berat pada lahan pertanian antara lain dapat menurunkan kualitas lahan dan penurunan potensi hasil tanaman. Logam berat pada lahan pertanian dapat berpengaruh terhadap populasi mikroba di dalam tanah sehingga akan berdampak pada kesuburan tanah (Naz *et al.*, 2022).