

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA BERPIKIR, DAN HIPOTESIS

2.1 Tinjauan pustaka

2.1.1. Biochar

Berdasarkan Balai Besar Penelitian Tanaman Padi (BBPTP) (2009), biomassa pertanian yang dibakar dengan cara pirolisis akan menghasilkan tiga zat, yaitu metana dan hidrogen yang dapat digunakan sebagai bahan bakar, bio-oil, dan biochar. Biochar merupakan arang organik atau karbon hitam yang digunakan sebagai pemberah tanah (amelioran). Menurut Tami, Hidayat, dan Mukhlis (2021), biochar mengandung unsur hara makro, seperti N, P, Ca, dan Mg, serta unsur hara mikro, seperti Zn, Cu, dan Mn. Bahan baku pembuatan biochar dapat diperoleh dari bahan organik yang kaya karbon, atau biasa disebut sebagai biomassa lignoselulosa. Sumber utama bahan baku biochar yang berasal dari sumber alam salah satunya adalah tempurung kelapa. Biochar yang berasal dari tempurung kelapa dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Biochar tempurung kelapa
(Sumber : Dokumentasi pribadi)

Duarte, Glaser, dan Cerri (2019), menyatakan bahwa aplikasi biochar pada tanah dengan tekstur lempung berpasir dapat meningkatkan bahan organik di dalam tanah. Selain itu, Putri, Mukhlis, dan Hidayat (2017), juga menyatakan bahwa aplikasi biochar pada tanah dapat meningkatkan C-organik, kapasitas tukar kation,

N-total, serapan N, serapan K, pH tanah, P-tersedia, umur bunga, tinggi tanaman, dan bobot kering tajuk. Biochar memiliki sifat stabil karena mengandung karbon dalam jumlah tinggi sampai mencapai 60%. Sejalan dengan penelitian Cha *et al.* (2016), biochar dapat menyimpan karbon di dalam tanah dalam jangka waktu panjang (*long-term effect*), bahkan sampai ratusan atau ribuan tahun.

Biochar dapat dihasilkan melalui teknologi produksi dengan proses pirolisis, gasifikasi, dan karbonisasi hidrotermal. Teknologi produksi biochar melalui proses pirolisis dilakukan dengan mekanisme pembakaran biomassa secara berlebihan pada suhu berkisar antara 350°C sampai 500°C tanpa adanya oksigen di dalam tungku. Oni, Oziegbe, dan Olawole (2019), menyatakan bahwa pembakaran biomassa dengan suhu 600°C menghasilkan karbon dengan persentase sebanyak 85 sampai 93%. Sementara itu, menurut Noor *et al.* (2019), metode pembuatan biochar yang paling ideal adalah menggunakan metode pirolisis dengan pirolisis lambat (300°C sampai 500°C) dan pirolisis cepat (500°C sampai 650°C).

Mangardi dan Sinaga (2023), menyatakan bahwa aplikasi biochar tempurung kelapa pada tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.) dapat meningkatkan jumlah daun, berat kering tanaman, serapan nitrogen tanaman, mengurangi volume air tercuci, kadar nitrat tercuci, dan meningkatkan kadar nitrat pada daun. Menurut Darmestawan, Herlambang, dan Arbiwati (2022), aplikasi biochar tempurung kelapa 20 t/ha dapat meningkatkan serapan N pada bagian atas yang awalnya 1,93 mg/tanaman menjadi 3,93 mg/tanaman, dan N pada akar yang awalnya sebesar 1,25 mg/tanaman menjadi 2,16 mg/tanaman. Menurut Berutu, Aziz, dan Hutapea (2019), penggunaan biochar dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, karena biochar mampu menahan dan menjadikan air serta nutrisi menjadi lebih tersedia bagi tanaman.

2.1.2. Pupuk NPK

Pupuk NPK merupakan pupuk majemuk pengganti pupuk tunggal, seperti urea, SP36, dan KCl. Pupuk NPK yang sering ditemukan di pasaran adalah pupuk NPK Phonska 15:15:15 dan pupuk NPK mutiara 16:16:16. Diana, Novriani, dan Citra (2020), menyatakan bahwa kandungan pupuk NPK mutiara 16:16:16

mengandung unsur hara 16% N, 16% P, 16% K, 0,5% MgO, dan 6% CaO. Vidya, Suparman, dan Karjo (2016), menyatakan bahwa pupuk majemuk memiliki keunggulan, yaitu lebih homogen dalam penyebaran pupuknya. Pupuk majemuk juga memiliki keunggulan lain dibandingkan dengan pupuk tunggal, yaitu mengandung lebih dari satu jenis unsur hara, lebih praktis dalam pemesanan, transportasi, penyimpanan, dan aplikasi di lapangan.

Penggunaan pupuk NPK 16:16:16 dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman termasuk pada tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.). Hasil penelitian Hendarto dkk. (2021), menunjukkan bahwa pengaplikasian pupuk NPK mutiara 16:16:16, ZA, dan KNO₃ dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil pada tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.). Menurut Oesman dan Rahmaniah (2023), pengaplikasian pupuk anorganik dan penggunaan mulsa pada tanaman cabai (*Capsicum annuum* L.) dapat meningkatkan tinggi tanaman dan diameter batang pada dua minggu setelah tanam (MST).

Mawardiana, Sufardi, dan Husen (2013), menyatakan bahwa pemupukan NPK berpengaruh nyata terhadap N-total tanaman pada 45 HST, P-tersedia, K-tersedia, dan kapasitas tukar kation. Hasil penelitian Chairiyah dkk. (2022), menunjukkan bahwa pengaruh takaran pupuk NPK sebanyak 10 g terhadap tanaman cabai rawit berpengaruh nyata terhadap peningkatan tinggi tanaman sebesar 29,37%, diameter batang sebesar 25,86%, jumlah daun sebesar 36,89%, lebar daun sebesar 16,25%, panjang daun sebesar 23,97%, dan jumlah bunga sebesar 90,93%. Anas (2016), menyatakan bahwa penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus dengan takaran melebihi standar dapat menyebabkan pencemaran tanah, air, dan udara serta kerusakan pada tanah, seperti rusaknya struktur tanah, rendahnya keanekaragaman mikroorganisme tanah, dan pencucian hara yang berlebihan.

2.1.3. Kapasitas tukar kation

Kapasitas tukar kation (KTK) merupakan kemampuan tanah untuk menyerap dan mempertukarkan kation di dalam tanah. Satuan pengukuran kapasitas tukar kation adalah milliekuivalen kation dalam 100 g tanah atau

me/100g, yang dinyatakan dalam satuan cmol ($^{+}$)/kg. Semakin tinggi kapasitas tukar kation, semakin banyak pula kation yang dapat diserap oleh tanah. Tinggi rendahnya kapasitas tukar kation tanah ditentukan oleh kandungan liat dan bahan organik di dalam tanah (Nursanti, Hayata, dan Bangun, 2023). Hal ini menunjukkan bahwa kandungan bahan organik yang tinggi akan meningkatkan kapasitas tukar kation tanah.

Kapasitas tukar kation memungkinkan tanah menyerap kation dalam kondisi tertentu dan melepaskannya kembali sesuai kebutuhan. Jumlah kation yang diserap ditentukan oleh susunan kimia dan mineral koloid tanah. Muatan negatif koloid mineral berasal dari valensi yang terbentuk akibat proses mineralisasi, ionisasi hidrogen dari gugus aluminol (Al-OH), dan substitusi isomorfik. Sementara itu, muatan negatif pada koloid organik berasal dari ionisasi gugus asam karboksilat (COOH) (Kricella, Pratamaningsih, Subandiono, 2021).

2.1.4. C-Organik

C-organik atau yang sering disebut karbon organik adalah kadar karbon yang terdapat dalam bahan organik tanah, sehingga C-organik dapat mencerminkan keberadaan bahan organik di dalam tanah (Nopsagiarti, Okalia, dan Marlina, 2020). Kandungan C-organik merupakan indikator penting kualitas tanah, berperan dalam menjaga keseimbangan mikroorganisme tanah, menyimpan karbon, dan menjadi kunci dinamika kesuburan tanah.

Sumber C-organik berasal dari berbagai senyawa karbon di alam, seperti seresah, biomassa mikroorganisme, fraksi bahan organik ringan, bahan organik terlarut, dan bahan organik stabil seperti humus. Bahan organik yang telah terdekomposisi akan menghasilkan unsur hara, baik makro maupun mikro, yang dapat diserap oleh tanaman untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangannya secara optimal. Proses dekomposisi ini menghasilkan nutrisi yang tersedia bagi tanaman, seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), yang berperan penting dalam pembentukan jaringan tanaman.

C-organik dalam tanah terbentuk melalui beberapa tahapan proses dekomposisi bahan organik (Farrasati dkk. 2019). Proses ini melibatkan

perombakan bahan organik oleh aktivitas mikroorganisme di dalam tanah. Aktivitas mikroorganisme mempercepat disintegrasi bahan organik yang pada akhirnya meningkatkan ketersediaan C-organik dalam tanah (Sari, Maryam, dan Yusama, 2023). Dalam proses ini, senyawa kompleks bahan organik diuraikan menjadi senyawa yang lebih sederhana. Proses biogeokimia seperti mineralisasi dan pelapukan bahan organik turut berkontribusi pada perubahan sifat kimia tanah yang dinamis serta pembentukan C-organik tanah (Farrasati dkk. 2019).

Sari, Maryam, dan Yusama (2023), menyatakan bahwa kandungan C-organik memiliki peran penting dalam meningkatkan kesuburan tanah. Kadar C-organik cenderung tinggi ketika kandungan bahan organik di tanah melimpah. Kandungan C-organik berfungsi sebagai pengatur jumlah karbon untuk meningkatkan produktivitas tanaman dan mendukung keberlanjutan umur tanaman. Selain itu, kandungan C-organik juga dapat meningkatkan kapasitas tukar kation melalui aktivasi gugus karboksil. McCauley, Jones, dan Olson-Rutz (2017), menyatakan bahwa kandungan karbon tersebut merupakan sumber energi bagi organisme tanah dalam proses biologis yang menentukan transformasi unsur hara.

2.1.5. Nitrogen total

Nitrogen adalah salah satu unsur hara penting yang dapat ditemukan dalam bentuk ion bermuatan negatif, seperti nitrat (NO_3^-) dan bermuatan positif, seperti ammonium (NH_4^+). Nitrogen total adalah jumlah nitrogen yang tersedia dalam tanah dan diserap oleh tanaman seperti nitrat (NO_3^-), nitrit (NO_2^-), nitrogen organik dan amonia (NH_3) (Siswanto, 2018). Kandungan nitrogen yang dapat diserap oleh tanaman yaitu dalam nitrat (NO_3^-) dan ammonium (NH_4^+). Sumber nitrogen terbesar yaitu berasal dari atmosfer, yang dapat masuk ke tanah melalui air hujan atau melalui aktivitas bakteri pengikat nitrogen, seperti *Rhizobium* sp (Siswanto, 2018).

Kadar nitrogen total minimal dalam tanah adalah 10 mg/kg. Namun, kadar nitrogen total dalam tanah dapat bervariasi tergantung pada jenis tanaman dan kondisi tanah. Kadar nitrogen total dipengaruhi oleh aplikasi bahan organik, seperti biochar. Hal ini sejalan dengan penelitian Arif *et al.* (2021), yang menyatakan bahwa aplikasi biochar pada tanah dapat berfungsi untuk memperbaiki struktur tanah, mendukung pertumbuhan mikroorganisme, meningkatkan retensi nutrisi,

dan meningkatkan penyerapan nutrisi oleh tanaman. Salah satu faktor yang mempengaruhi kadar nitrogen total adalah kualitas bahan organik yang masuk ke dalamnya. Setiawati dkk. (2019), menyatakan bahwa mineralisasi bahan organik dengan rasio C/N tinggi berjalan lambat dan menyebabkan nitrogen total tanah terimmobilisasi.

2.1.6. Kandungan nitrogen tanaman

Nitrogen merupakan unsur yang sangat penting untuk fase vegetatif pada tanaman cabai merah. Unsur hara nitrogen dimanfaatkan tanaman dalam proses pembentukan organ vegetatif, seperti daun, batang, dan akar. Tanaman memerlukan unsur hara ini dalam jumlah besar karena nitrogen adalah komponen penting dalam pembentukan asam amino dan protein, serta merupakan elemen esensial untuk sintesis organ-organ tersebut (Tando, 2019). Kandungan nitrogen dalam jaringan tanaman dipengaruhi oleh penyerapan ion nitrat (NO_3^-) dan ammonium (NH_4^+) oleh tanaman. Hal ini disebabkan oleh cepatnya pergerakan nitrogen, terutama dalam bentuk NH_4^+ dalam larutan tanah.

Ketersediaan unsur hara di dalam tanah dan kemampuan akar tanaman dalam menyerap unsur hara, terutama nitrogen, dapat mempengaruhi nilai serapan hara tanaman (Setiawati dkk. 2021). Oktafiyanto *et al.* (2020), menyatakan bahwa serapan nitrogen pada tanaman menunjukkan kemampuan tanaman menyerap unsur nitrogen dari lingkungannya. Supramudho dkk. (2012), menyatakan bahwa semakin tinggi kandungan N-total tanah, maka serapan nitrogen oleh tanaman juga semakin tinggi. Selain itu, semakin tinggi aplikasi bahan organik ke dalam tanah, maka serapan nitrogen oleh tanaman akan meningkat.

2.1.7. Tanah Inceptisol

Proses pembentukan tanah merupakan hasil integrasi dari pengaruh iklim dan organisme terhadap bahan mineral serta bahan organik di bawah kondisi topografi dalam satu periode waktu. Proses pembentukan tanah dipengaruhi oleh lima faktor, yaitu iklim, organisme, bahan induk, topografi, dan waktu (Salam, 2020). Tanah Inceptisol termasuk ke dalam jenis tanah muda karena tanahnya baru mulai mengalami perkembangan. Perkembangan tanah Inceptisol berasal dari

bahan induk, seperti sedimen, metamorf, dan batuan beku. Selanjutnya, bahan induk tersebut mengalami proses alterasi yang menyebabkan pembentukan horizon-horizon pada profil tanah Inceptisol menjadi agak lambat. Hal ini sejalan dengan penelitian Ketaren dkk. (2014), yang menyebutkan bahwa klasifikasi profil tanah 1, 2, dan 3 termasuk ke dalam jenis tanah Inceptisol, karena memiliki ciri-ciri yaitu epipedon umbrik serta horizon bawah dengan penciri kambik.

Inceptisol merupakan jenis tanah yang memiliki solum tanah dengan ketebalan 1 sampai 2 meter. Selain itu, tanah Inceptisol memiliki warna tanah yang cokelat tua sampai cenderung hitam atau kelabu, yang dapat ditentukan dalam buku *Munsell Soil Color Charts*. Struktur tanah Inceptisol termasuk kategori yang remah, sedangkan konsistensinya termasuk ke dalam konsistensi gembur. Secara umum, tanah Inceptisol memiliki tekstur tanah yang beragam. Namun, biasanya tanah ini memiliki persentase fraksi debu yang lebih tinggi dibandingkan dengan fraksi pasir. Selain itu, tanah Inceptisol memiliki pH tanah yang relatif rendah, sekitar 4,32, dan termasuk ke dalam kategori tanah dengan jenis sangat masam (Suhemi dkk. 2022).

Secara umum, Inceptisol mempunyai sifat kimia yang relatif rendah serta identik dengan kategori tanah yang tidak subur, karena mengandung unsur hara yang rendah, memiliki pH tanah yang bervariasi, mulai dari pH masam, agak masam sampai netral, serta mengandung bahan organik yang rendah. Tanah dengan bahan organik yang rendah akan lebih cepat kehilangan karbon, sehingga kandungan bahan organik dan C-organik dalam tanah menjadi rendah (Tarmizi, Utami, dan Hanudin, 2019). Suhemi dkk. (2022), menyatakan bahwa karakteristik kesuburan tanah Inceptisol, seperti N-total sebesar 0,20% (rendah), P-tersedia sebesar 15,09 ppm (rendah), KTK sebesar 9,06 cmol (+) kg⁻¹ (rendah), C-organik sebesar 1,42% (rendah). Status P-total sebesar 37,5 ppm (sangat rendah), K-total sebesar 87,5 ppm (sangat rendah), K-tersedia sebesar 32,5 ppm (sangat rendah), KB sebesar 19,30 % (sangat rendah), kejemuhan Al sebesar 39,55 % (tinggi) dan status kesuburan tanah lahan kelapa sawit tergolong sangat rendah.

Hasil penelitian Lestari, Suswati, dan Chandra (2024), menjelaskan bahwa karakteristik tanah Inceptisol di Desa Labang, Kabupaten Melawi, Provinsi Kalimantan Barat menunjukkan bahwa tanah Inceptisol memiliki ketersediaan

unsur hara yang berbeda-beda serta perlu adanya penambahan unsur hara, seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) untuk meningkatkan produksi kelapa sawit. Haryantini *et al.* (2023), menyatakan bahwa pemberian amelioran 4 t/ha dapat meningkatkan hasil pada tanaman cabai sebesar 44,9%. Selain itu, pemberian amelioran pada tanah Inceptisol dapat meningkatkan C-organik, pH tanah, dan bakteri pelarut fosfat (BPF).

2.1.8. Tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.)

Tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.) merupakan salah satu jenis tanaman semusim (*annual*) yang tergolong ke dalam famili terung-terungan (*Solanaceae*) (Saparso dan Haryanto, 2018). Adapun klasifikasi tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.) adalah sebagai berikut:

Kingdom	:	Plantae
Divisi	:	Spermatophyta
Sub divisi	:	Angiospermae
Kelas	:	Dicotyledonae
Ordo	:	Tubiflorae
Famili	:	Solanaceae
Genus	:	<i>Capsicum</i>
Spesies	:	<i>Capsicum annuum</i> L.

Bentuk cabai merah (*Capsicum annuum* L.) dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Cabai merah (*Capsicum annuum* L.)
(Sumber : Kurnijasanti, 2021)

Budidaya cabai merah pertama kali ditemukan pada penggalian bersejarah di negara Peru, dengan benih yang berasal dari lebih 5000 SM. Di sebuah gua di

Tehuacan, Meksiko, cabai merah disebarluaskan ke penjuru dunia, salah satunya ke negara-negara Asia termasuk negara Indonesia. Penyebarluasan ini dilakukan oleh para pedagang di Spanyol dan Portugal. Hal ini sejalan dengan Baharuddin (2016), yang menyatakan bahwa tanaman cabai merah berasal dari benua Amerika, tepatnya di negara Peru, yang kemudian menyebar luas ke beberapa benua Amerika, Eropa, dan Asia, termasuk ke negara Indonesia. Pratama dkk. (2017), menyatakan bahwa tanaman cabai diperkirakan terdapat 20 sampai 30 spesies pada genus *Capsicum* yang hidup di negara asalnya.

Tanaman cabai dapat tumbuh dengan baik pada ketinggian 0 sampai 1.300 mdpl, curah hujan 600 sampai 1.250 mm per tahun, dan suhu optimal antara 20°C sampai 25°C dengan kelembapan udara sekitar 50% sampai 60%, serta pada kondisi terbuka sehingga terkena oleh sinar matahari secara langsung. Secara umum, jenis lahan yang cocok untuk ditanami tanaman cabai adalah pada lahan basah (sawah), lahan kering (tegalan), lahan pinggir laut, dan lahan di pegunungan (Vebriansyah, 2018). Tanaman cabai dapat tumbuh dengan baik pada tanah yang subur, kaya akan humus, konsistensi tanah yang gembur, memiliki drainase yang baik, serta memiliki pH tanah berkisar antara 6 sampai 7.

Tanaman cabai merah saat ini sudah menjadi prioritas bagi masyarakat sehingga tidak heran jika tanaman cabai merah termasuk dalam kelompok sayuran dengan kategori unggulan nasional, hal ini disebabkan karena tanaman cabai merah menjadi salah satu penentu tingkat inflasi di negara Indonesia. Tingkat permintaan tanaman cabai merah di Indonesia terus meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk dan pabrik industri yang menggunakan buah cabai ini sebagai salah satu bahan baku utama (Ichwan dkk. 2021). Meskipun tanaman cabai merah termasuk komoditas sayur unggulan nasional dan produksinya yang meningkat, akan tetapi masih terdapat kendala dalam budidaya cabai merah. Kendala yang dihadapi yaitu dalam teknik budidaya, kualitas benih, serangan hama penyakit tanaman, penggunaan varietas cabai yang rendah, dan perubahan iklim (Setyawan, Setyastuty, dan Sukidjo, 2020).

2.2 Kerangka berpikir

Kegiatan budidaya pertanian dengan metode konvensional di wilayah Indonesia telah lama diterapkan oleh sebagian besar petani. Salah satu penerapannya yaitu dengan pengembangan kegiatan budidaya pertanian yang dilakukan pada lahan dengan jenis tanah Inceptisol. Tanah Inceptisol banyak tersebar luas di wilayah Indonesia, akan tetapi tingkat kesuburan tanah Inceptisol ini sangat rendah sehingga tanah Inceptisol tergolong ke dalam jenis lahan marginal. Subandiono, Suryani, dan Subardja (2014), menyatakan bahwa lahan-lahan marginal, secara alami dapat berpotensi sebagai wilayah ekstensifikasi tanaman, akan tetapi perlu adanya penambahan bahan pemberiah tanah (amelioran) yang dapat memperbaiki atau mengoptimalkan daya dukung lahan.

Inceptisol mempunyai pH tanah, unsur hara, C-organik, N-total, dan kapasitas tukar kation yang sangat rendah. Dhani, Wardati, dan Rosmimi (2014), menyatakan bahwa Inceptisol merupakan tanah yang kurang subur dengan ketersediaan hara yang rendah, serta kandungan unsur hara makro dan mikro yang tergolong sedikit. Pakpahan, Taufiq, dan Eva (2020), menyatakan bahwa sifat kimia tanah sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, seperti C-organik yang mempengaruhi 74% dalam tinggi tanaman, pH tanah yang mempengaruhi 96% dalam jumlah anakan dan 54% dalam jumlah daun. Selain itu, sifat kimia tanah berpengaruh terhadap produksi tanaman, seperti berat umbi basah, berat umbi basah per petakan, berat umbi kering, dan umbi kering per petakan pada perlakuan P-tersedia dengan masing-masing persentase yaitu sebesar 65%, 68%, 72%, dan 59%. Kemampuan tanah dalam menyediakan unsur hara bagi tanaman sangat penting, terutama dalam budidaya pada jenis tanah Inceptisol. Salah satu masalah yang dihadapi terkait kesuburan tanah adalah ketersediaan unsur hara bagi tanaman.

Inovasi yang dapat dilakukan untuk mengatasi hal tersebut yaitu dengan pengaplikasian biochar dan pupuk anorganik. Pengaplikasian biochar sebagai amelioran tanah dapat meningkatkan serapan unsur hara, meningkatkan kapasitas tukar kation, mengurangi pencucian unsur hara, menambah daya tampung air, dan dapat menetralkan pH tanah. Aplikasi biochar dari bahan dasar tempurung kelapa

dengan campuran tanah lebih banyak menyerap air dibandingkan biochar yang berbahan dasar dari tongkol jagung (Agviolita, Yushardi, dan Anggraeni, 2021).

Rahayu, Saidi, dan Herlambang (2019), menyatakan bahwa aplikasi biochar tempurung kelapa 20 t/ha (B3) dan kotoran sapi 20 t/ha (K3) berpengaruh terhadap peningkatan pH H₂O dari 5,85 menjadi 6,90, C-organik dari 0,62% menjadi 1,23%, N-total 0,04% menjadi 0,34%, kapasitas tukar kation dari 2,04 cmol (+) kg⁻¹ menjadi 4,86 cmol (+) kg⁻¹ dan berat basah tanaman 60,83 g. Kevin, Nasrul, dan Nelvia (2024), menyatakan bahwa pemberian kombinasi biochar cangkang kelapa sawit dan pupuk NPK pada tanah marginal dapat memperbaiki sifat kimia tanah, seperti peningkatan P-tersedia, N-total, K-dd, dan kapasitas tukar kation.

Aprizal (2018), menyatakan bahwa aplikasi takaran biochar sebanyak 10 t/ha dan lama waktu inkubasi 1 bulan dapat meningkatkan C-organik, N-total, dan P-tersedia pada tanah Inceptisol. Menurut Qodarrohman dan Utami (2024), aplikasi pupuk hayati, NPK 400 kg/ha dan biochar tempurung kelapa dapat meningkatkan C-organik, N-total, P-tersedia, K-tersedia, pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, hasil panen, serapan N, P, dan K oleh tanaman serta meningkatkan efisiensi pada pemupukan NPK pada jenis tanah Inceptisol. Hal ini sejalan dengan penelitian Yupita, Hayati, Hazriani (2023), yang menunjukkan bahwa aplikasi biochar tempurung kelapa berpengaruh nyata terhadap berat basah, berat kering, serapan N, dan K, sedangkan pemberian pupuk anorganik berpengaruh nyata terhadap serapan P dan K.

Widiono dan Barunawati (2024), menyatakan bahwa takaran 350 kg/ha pupuk NPK mutiara 16:16:16 menunjukkan hasil lebih tinggi terhadap pengamatan jumlah daun, jumlah panen buah per tanaman, bobot buah per tanaman, dan bobot buah per petak. Sejalan dengan hasil penelitian Setiawan dan Winarno (2014), bahwa perlakuan pemberian pupuk NPK mutiara 16:16:16 dengan takaran 7,5 g/tanaman memberikan hasil yang lebih baik terhadap pertumbuhan cabai besar pada variabel luas daun dan umur berbunga.

2.3 Hipotesis

1. Terjadi interaksi antara perlakuan biochar dan takaran pupuk NPK terhadap beberapa sifat kimia tanah, kandungan N, pertumbuhan dan hasil tanaman cabai merah (*Capsicum annuum L.*) pada tanah Inceptisol.
2. Terdapat kombinasi perlakuan biochar dan takaran pupuk NPK terbaik yang berpengaruh terhadap beberapa sifat kimia tanah, kandungan N, pertumbuhan dan hasil tanaman cabai merah (*Capsicum annuum L.*) pada tanah Inceptisol.