

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Produktivitas kentang di Indonesia mengalami penurunan selama lima tahun terakhir yaitu antara tahun 2015 sampai 2019 sebesar 0,67% (BPS, 2018). Hal tersebut tidak sebanding dengan konsumsi kentang per kapita Indonesia (kilogram/kapita/tahun) yang terus meningkat dengan rata – rata peningkatan 13.95% per tahun (Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura, 2019). Penurunan produktivitas kentang di Indonesia disebabkan oleh beberapa faktor salah satunya yaitu adanya serangan hama penyakit. Kentang merupakan tanaman yang memiliki hama penyakit terbanyak, salah satu penyakit penting tanaman kentang yaitu *Phytophthora infestans* yang menyebabkan hawar daun dan dapat mengakibatkan kehilangan hasil sebesar 10 – 100% tergantung pada tingkat serangan, musim, ketinggian dan varietas kentang (Eirene Brugman et al., 2017). Pengendalian yang banyak dilakukan petani saat ini yaitu dengan menggunakan pestisida.

Penggunaan pestisida dalam pengendalian penyakit *Phytophthora infestans* oleh para petani sangat intensif yaitu berkisar 2 – 3 hari sekali (Wibowo et al., 2019). Hal ini dapat menimbulkan dampak yang negatif bagi lingkungan, konsumen dan resistensi pathogen. Pengurangan intensitas serangan penyakit *Phytophthora infestans* dapat dilakukan dengan melakukan pemupukan dengan dosis yang tepat terutama dalam pemberian kalium. Kalium merupakan unsur yang memiliki peranan penting dalam pertumbuhan tanaman kentang karena dibutuhkan dalam jumlah yang besar (Gunadi, 2016). Kekurangan kalium pada tanaman kentang dapat mengganggu ketahanan terhadap penyakit (Learning & Cookbook, n.d.). Oleh karena itu perlu dilakukan pemupukan kalium dengan dosis dan konsentrasi yang tepat dengan sumber yang ramah lingkungan.

Sumber kalium yang ramah lingkungan salah satunya yaitu berasal dari abu tandan kosong kelapa sawit. Abu tandan kosong kelapa sawit merupakan produk samping dari pengolahan kelapa sawit yang mengandung banyak unsur hara kalium yaitu sebesar 27,01% (Azizah, 2019). Selain itu, cara pengaplikasian pupuk juga berpengaruh terhadap respon tanaman terhadap pupuk Kalium (Gunadi, 2016). Pengaplikasian yang memiliki respon bagus terhadap penyerapan Kalium terhadap

tanaman kentang salah satunya yaitu dengan cara foliar dan teknologi nano. Teknologi nanofertilizer merupakan teknologi yang mengacu pada ilmu kontrol dan manipulasi pada skala sangat kecil yaitu berkisar antara 1 – 100 nm, dengan teknologi pupuk dapat mencapai perbaikan yang lebih cepat pada tanaman (Elshamy *et al.*, 2019). Hal ini cukup membuktikan bahwa perlu adanya peningkatan produktivitas kentang di Indonesia dengan menekan serangan penyakit utama yaitu hawar daun (*Phytophthora infestans*). Salah satu caranya yaitu dengan pemberian nano abu tandan kosong kelapa sawit yang mengandung kalium (K).

Banyak penelitian yang telah dilakukan tentang pengaruh abu tandan kosong kelapa sawit terhadap pertumbuhan dan hasil beberapa tanaman seperti penelitian yang dilakukan oleh (Azizah, 2019) pada bawang merah dengan konsentrasi 0,4% mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil bawang merah serta penelitian yang dilakukan oleh (Hariyono, 2021) pada tanaman padi. Dengan demikian perlu dilakukan percobaan mengenai pengaruh pemberian abu nano TKKS pada tanaman kentang khususnya pengaruh terhadap ketahanan penyakit *Phytophthora infestans*.

B. Perumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh penyemprotan abu nano TKKS terhadap intensitas serangan penyakit *Phytophthora infestans* pada tanaman kentang saat musim hujan?
2. Berapa konsentrasi penyemprotan abu nano TKKS yang optimal untuk mengurangi serangan penyakit *Phytophthora infestans* pada kentang saat musim hujan?

C. Tujuan Penelitian

1. Mengkaji pengaruh penyemprotan abu nano TKKS terhadap intensitas serangan penyakit *Phytophthora infestans* pada kentang saat musim hujan
2. Mengkaji konsentrasi penyemprotan abu nano TKKS yang optimal untuk mengurangi serangan *Penyakit phytophthora infestans* pada kentang saat musim hujan

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Kentang

Kentang merupakan salah satu tanaman yang banyak dibudidayakan oleh petani di Indonesia. Tanaman ini juga merupakan tanaman pangan utama nomor empat di dunia setelah padi, gandum dan jagung (Asgar, 2013). Tanaman ini juga merupakan tanaman tahunan herba semusim yang tumbuh di daerah tropis dataran tinggi. Tanaman kentang dapat tumbuh hingga 100 cm dan menghasilkan umbi – umbian yang mengandung banyak pati. Tanaman ini termasuk kedalam keluarga *Solaneace*, genus *Solanum* dan terbagi menjadi dua subspecies yaitu *andigena* dan *tuberosum*. Subspecies *andigena* merupakan kentang yang dapat beradaptasi dengan hari pendek sedangkan *tuberosum* merupakan kentang yang banyak dibudidayakan di seluruh dunia termasuk Indonesia (Learning & Cookbook, n.d.).

Pertumbuhan kentang menurut Lovatt, Read *et al.*, (1997) diklasifikasikan menjadi empat fase yaitu :

- a. Fase perkembangan yaitu fase kecambah berkembang dari mata umbi benih dan tumbuh untuk keluar dari tanah dan akar mulai muncul dan berkembang di pangkal kecambah tumbuh.
- b. Fase pertumbuhan vegetatif yaitu fase dimulainya daun dan batang mengalami perkembangan dari simpul di atas permukaan tanah sepanjang tunas yang muncul.
- c. Fase inisiasi dan pembesaran umbi yaitu fase pembentukan stolon dan pembesaran

Awal pembungaan kentang merupakan fase kritis ketika pasokan kalium diperlukan.

- d. Fase pemasakan umbi yaitu fase pembentukan kulit umbi dan pematangan.

Pada kondisi lingkungan yang sesuai, tanaman kentang dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik (Sugiharyanto, 2017). Tanaman kentang biasanya ditanam di daerah yang memiliki ketinggian kurang lebih 1000 – 2000 mdpl. Saat masa berbunga tanaman kentang membutuhkan banyak air, namun kentang tidak dapat tumbuh dan berkembang dengan baik dengan kondisi air terlalu banyak terutama ketika musim penghujan karena intensitas cahaya matahari menurun sehingga proses fotosintesis tidak berlangsung maksimal. Curah hujan yang cocok untuk

masa penanaman kentang berkisar antara 2000-3000 mm/tahun. Sunarjonon (2009) menuturkan jika hambatan – hambatan tersebut terjadi akan berdampak pada perkembangan umbi yang menjadi tidak maksimal serta rendahnya produksi umbi kentang. Pemanfaatan kentang di Indonesia dapat dijadikan alternatif pangan pengganti beras (Gunarto, 2003). Kentang mengandung banyak karbohidrat, kalium, besi, fosfor, vitamin B, antioksidan, dan cukup mengandung vitamin A. Selain lingkungan, faktor lain yang mempengaruhi tumbuh kembang tanaman kentang adalah nutrisi atau unsur hara yang dapat memenuhi kebutuhan tanaman kentang. Kebutuhan nutrisi tanaman kentang didapat dari pupuk kandang ataupun pupuk NPK. BPTP Jawa Barat (2015) mencatat kebutuhan pupuk dasar untuk pupuk kandang yaitu 7-10 ton/ha dengan bokhasi, 15-20 ton/ha dengan kandang ayam, atau 20-30 ton/ha dengan kotoran sapi. Sedangkan untuk pupuk NPK yaitu 217-326 kg/ha untuk Urea atau 476-714 kg/ha untuk ZA, 416-555 kg/ha SP-36, dan 166-250 kg/ha KCl.

B. Penyakit *Phytophthora infestans* pada Tanaman Kentang

Phytophthora infestans merupakan penyakit yang menyebabkan penyakit busuk daun atau hawar dan merupakan penyakit utama yang dapat menyebabkan kerugian hingga kematian pada tanaman kentang di seluruh dunia (Kowalska & Drożdżyński, 2018). Tingkat keparahan yang disebabkan oleh penyakit *phytophthora infestans* ini dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain kondisi cuaca, iklim, cara budidaya kentang atau bahan kimia yang diaplikasikan ke tanaman kentang. Penyakit *phytophthora infestans* ini merupakan penyakit penyebab hawar daun yang terindikasi resisten terhadap fungisida (Yusuf, 2018). Menurut (Dowley *et al.*, 1999), tingkat serangan penyakit *Phytophthora infestans* ditunjukkan dalam presentase 0 – 100% (tabel 1).

Gejala awal penyakit *Phytophthora infestans* yaitu munculnya bercak basah pada tepi atau tengah yang kemudian akan membentuk daerah berwarna coklat keabu - abuan dengan bagian tengah cenderung lebih gelap dan basah (Susetyo, 2017). Bercak ini akan aktif dan diliputi oleh massa sporangium seperti tepung berwarna putih disertai hijau keabuan. Serangan busuk daun ini memiliki potensi untuk menyebar keseluruhan bagian tanaman kentang, seperti tangkai, batang dan umbi. Gejala pada leher akar dan akar berupa busuk berwarna hitam sedangkan

pada umbi berupa busuk umbi berwarna abu kehitaman (Purwantisari *et al.*, 2016). Serangan dengan intensitas tinggi dapat menghancurkan pertanaman kentang karena jamur ini dapat menyebar dengan mudah melalui angin, air dan serangga.

Tabel 1. Tingkat intensitas serangan penyakit *Phytophthora infestans*

| Skor (%) | Tingkat Serangan |
|----------|--------------------------------------|
| 0-0.1 | 1 - 2 spot per tanaman |
| 1 | 10 spot per tanaman |
| 5 | 50 spot per tanaman |
| 25 | Semua daun terdapat spot penyakit |
| 50 | Setengah dari tanaman rusak |
| 75 | 75 tanaman rusak |
| 95 | Batang dan daun hijau rusak dan layu |
| 100 | Batang coklat dan rusak |

Sumber : (Dowley *et al.*, 1999)

Penyebaran jamur *Phytophthora infestans* sangat cepat dan mudah sering terjadi pada daerah yang memiliki suhu rendah dan kelembapan tinggi, baik yang menyerang organ tanaman dibawah tanah maupun diatas tanah. Spora dari *Phytophthora infestans* yang jatuh ke daun kentang basah maka spora pathogen akan berkecambah dengan mengeluarkan zoospore atau langsung membentuk tabung kecambah, dan masuk kebagian tanaman kemudian terjadilah infeksi (Purwantisari *et al.*, 2016). Selain itu, biasanya gejala penyakit busuk daun *phytophthora infestans* akan timbul setelah tanaman berumur 4 – 6 minggu setelah tanam.

Reproduksi dari jamur patogen *Phytophthora infestans* terjadi lewat dua cara yaitu reproduksi tanpa kawin (aseksual) dan seksual. Reproduksi aseksual terjadi diantara 3 dan 10 hari setelah infeksi tergantung pada kondisi lingkungan, sporangiospora muncul ke permukaan jaringan melalui stomata. *Zoosporangia* (juga disebut sporangia atau konidia) berkembang di akhir proses sporangiospora. Saat matang, *zoosporangia* mudah putus dan menyebar dengan bantuan angin. Banyak spora yang terbawa sampai beberapa meter, bahkan dapat mencapai 30 km. Spora berbentuk bulat telur atau menyerupai buah limau dan hanya dapat diamati dengan bantuan mikroskop. Perkecambahan *zoosporangia* dapat terjadi secara langsung atau tidak langsung, tergantung kepada kelembaban udara atau tergantung kepada ada atau tidaknya air untuk perkecambahan. *Zoosporangium* berkecambah secara langsung pada suhu di atas 20⁰C (optimum di 24⁰C). *Zoosporangia* bertindak

sebagai spora tunggal, yang dapat berkecambah dan membentuk haustoria pada jaringan tanaman. Perkecambahan *zoosporangia* terjadi pada suhu 12-16⁰C, setiap sporangium melepaskan 10-20 kumpulan spora (zoospora). Dengan diaktifkan oleh benang flagel, zoospora bergerak dari beberapa menit sampai beberapa jam. Pada kondisi tertentu flagel akan hilang, membentuk suatu dinding sel dan selanjutnya membentuk sebuah buluh kecambah. Pada daun dan batang, buluh kecambah langsung memasuki lapisan epidermis tanaman (stomata tidak diperlukan). Pada umbi kentang, buluh kecambah masuk melalui lentisel atau luka. Setelah masuk kedalam jaringan tanaman penyakit ini akan merusak jaringan tanaman dengan menyerap nutrisi dari tanaman inang (Susetyo, 2017)

Pengendalian penyakit *Phytophthora infestans* oleh para petani umumnya menggunakan pestisida sintetik Sandofan MZ 10/56 WP dan Kocide 54 dengan konsentrasi yang dianjurkan. Kebiasaan para petani yang tidak sesuai dengan konsentrasi yang dianjurkan menyebabkan munculnya strain baru yang lebih resisten terhadap fungisida yang biasa diaplikasikan oleh para petani. Aplikasi fungisida dilakukan segera setelah gejala awal muncul pada tanaman dengan menutupi permukaan daun dan dilakukan minimal 15 kali per periode tanaman pada tanaman yang rentan (Susetyo, 2017).

C. Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit

Abu tandan kosong kelapa sawit merupakan limbah pertanian yang berasal dari pembakaran tandan kosong dengan incenerator di pabrik pengolahan minyak kelapa sawit. Abu tandan mengandung kalium yang tinggi (30-40% K₂O) sehingga bersifat higroskopis dan alkalis yang berperan sebagai bahan pengapuran. Penggunaan abu tandan kosong kelapa sawit sebagai nutrisi tanaman merupakan pilihan yang tepat untuk menggantikan pemakaian pestisida. Menurut (Murti Laksono *et al.*, 2007) kandungan hara kalium pada TKKS cukup tinggi yaitu sebesar 2.90%. (tabel 2). Kandungan unsur hara tersebut cukup tinggi jika dibandingkan dengan bahan organik lain seperti kulit pisang yang mengandung kalium sebesar 0,88% dan jerami sebesar 1,4 - 2,0% (Asngad & Handayani, 2017). Selain itu, abu tandan kosong kelapa sawit merupakan limbah pertanian yang berasal dari pembakaran tandan kosong dengan incenerator di pabrik pengolahan minyak kelapa sawit. Soepardi (1983) menyatakan bahwa abu cenderung meningkatkan unsur hara P, K,

Ca dan Mg serta meningkatkan unsur hara K bagi tanaman. Kandungan hara tandan kosong kelapa sawit berdasarkan hasil penelitian dari Pusat Penelitian Kelapa Sawit dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Analisa Kandungan Hara Tandan Kosong Kelapa Sawit

| C (%) | N (%) | P(%) | K(%) | C/N(ppm) | Mg(%) | B(%) | Cu(%) | Za(%) |
|-------|-------|------|------|----------|-------|------|-------|-------|
| 42,8 | 0,80 | 0,22 | 2,90 | 9,4 | 0,30 | 10 | 23 | 51 |

Sumber: Darmosarkoro dan Rahutomo (2007)

Kalium merupakan salah satu unsur hara esensial yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan reproduksi kentang termasuk metabolisme karbohidrat, aktivasi enzim, pengaturan osmotik dan penggunaan air yang efisien, pengambilan nitrogen, sintesis protein dan translokasi asimilasi (Gunadi, 2016). Selain itu kalium mempunyai peranan penting dalam meningkatkan imunitas pada tanaman kentang yaitu berkaitan dengan fungsinya yang dapat meningkatkan keberadaan senyawa lignin dan mengontrol fungsi beberapa enzim. Kalium diserap dari larutan sebagai ion K^+ . Kalium adalah elemen yang bergerak dan ditranslokasikan ke jaringan meristematik muda. Unsur kalium tidak bergabung dengan unsur lain untuk membentuk komponen tumbuhan seperti protoplasma, lemak dan selulosa melainkan berdiri sendiri (Gunadi, 2016).

Mekanisme ketahanan tanaman terhadap penyakit dipengaruhi oleh unsur kalium yaitu membuka dan menutupnya stomata daun. Semakin tinggi unsur kalium yang diterima maka intensitas status K dapat mengurangi penetrasi penyakit melalui stomata, meningkatnya luas daun sehingga kapasitas fotosintesa lebih baik pada daun dengan luas yang lebih besar dibandingkan dengan tanaman yang mengalami defisiensi dan meningkatnya ketebalan epidermis sehingga dapat menghalangi penetrasi pathogen (Nurseries *et al.*, 2006). Menurut Rosyidah, (2016) peningkatan ketebalan dinding sel ini dikarenakan adanya unsur kalium sehingga dapat meningkatkan terbentuknya senyawa lignin yang lebih tebal dan kuat. Lignin merupakan jaringan polimer yang berada pada setiap sel tumbuhan seperti batang, daun dan tangkai pada dinding sel. Penguatan dinding sel akan menyebabkan pathogen sulit untuk menembus dinding sel sehingga tanaman akan lebih tahan terhadap serangan dari pathogen. Selain itu, keberadaan kalium dalam tumbuhan

juga penting untuk kinerja beberapa fungsi enzim tanaman, dan mengatur pola metabolit tanaman tingkat tinggi, yang pada akhirnya mengubah konsentrasi metabolit. Salah satu yang dapat memberikan ketahanan terhadap penyakit yaitu asam salisilat. Asam salisilat dapat menghasilkan senyawa fenol yang memiliki gugusan hidroksil atau senyawa aromatic dan memiliki peran dalam biosintesis lignin, fitoaleksin yang dapat melindungi dari cendawan, bakteri, dan virus (Tarigan & Susilawati Barus, 2018). Dalam tanaman yang memiliki cukup kandungan Kalium, sintesis senyawa dengan berat molekul tinggi (seperti protein, pati dan selulosa) meningkat secara nyata, sehingga menekan konsentrasi senyawa dengan berat molekul rendah, seperti gula larut, asam organik, asam amino dan amida, dalam jaringan tanaman. Senyawa berbobot molekul rendah ini mendukung perkembangan infeksi dan infestasi serangga maupun penyakit, jadi dengan adanya kalium yang tinggi akan membuat tanaman lebih tahan terhadap serangan hama penyakit (Wang *et al.*, 2013).

D. Nanoteknologi

Nanoteknologi merupakan teknologi revolusioner kelima yang mengembangkan material berukuran nanometer (1-100 nm) beserta aplikasinya. Pada skala nano, material akan memiliki karakteristik fisik, optic, mekanik dan kimia yang spesifik dibandingkan dalam bentuk massal (Chhipa, 2017). Nano teknologi dalam bidang pertanian dilakukan berdasarkan prinsip untuk memaksimalkan hasil dengan meminimalisir penggunaan input (Yanuar & Widawati, 2014). Berbagai jenis pupuk nanopartikel sudah mulai banyak dikembangkan seperti nanotube karbon, Cu, Ag, Mn, Sii dan input pertanian lainnya telah banyak yang diubah menjadi nanopartikel (Taha *et al.*, 2016). Ukuran partikel yang sangat kecil memungkinkan pupuk dapat lebih cepat diserap oleh tanaman. Kandungan hara partikel nano abu tandan kosong kelapa sawit dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 3 Kandungan Hara Pertikel Nano Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit (%)

| O | Mg | Si | P | K | Ca |
|------|-----|-------|------|-------|------|
| 45,5 | 3,5 | 14,24 | 3,09 | 27,01 | 6,65 |

Sumber: Azizah (2019)

Pemberian pupuk dalam bentuk nanofertilizer menunjukkan dampak positif pertumbuhan, produksi dan pengendalian penyakit pada tanaman. Selain itu, pengaplikasian pupuk dalam bentuk nano dapat mengurangi jumlah dan biaya yang harus dikeluarkan. Penggunaan material pupuk nano akan mengirimkan bahan aktif yang spesifik ke lokasi dan terkendali ke tanaman dan mengurangi kelebihan limpahan pupuk.

Pemupukan lewat daun merupakan cara pemberian pupuk lewat penyemprotan larutan unsur hara di permukaan daun. Pemupukan melalui daun atau foliar application bertujuan agar unsur-unsur yang terkandung di dalam pupuk dapat diserap oleh daun secara langsung. Penyerapan unsur hara melalui daun diharapkan lebih cepat dibanding dengan pemberian pupuk pada akar karena penyerapan hara melalui mulut daun (stomata) akan berjalan cepat sehingga perbaikan tanaman cepat terlihat. Selain itu, unsur hara yang diberikan lewat daun hampir seluruhnya dapat diambil tanaman dan tidak menyebabkan kelelahan atau kerusakan tanah (Hardjowigeno, 2003). Tanaman akan tumbuh cepat dan media tanam tidak mudah rusak akibat pemupukan yang terus menerus. Oleh karena itu, pemupukan melalui daun akan lebih efektif dibandingkan dengan pupuk akar.

Kebutuhan kentang yang terus meningkat tidak sebanding dengan produktivitas kentang yang mengalami penurunan dalam 5 tahun terakhir. Penurunan tersebut salah satunya disebabkan oleh adanya penyakit hawar daun yang disebabkan oleh *Phytophthora infestans*. Penyakit tersebut dapat dikurangi dengan melakukan pemupukan menggunakan nano abu tandan kosong kelapa sawit. Nano abu tandan kelapa sawit mengandung banyak unsur K yang dapat menambah ketahanan tanaman kentang terhadap penyakit. Penelitian menggunakan nano abu TKKS telah banyak dilakukan salah satunya penelitian pada tanaman bawang merah yang mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil pada konsentrasi 0.4% (Azizah, 2019). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian pemberian nano abu TKKS pada tanaman kentang, khususnya pengaruhnya terhadap ketahanan penyakit *Phytophthora infestans*.

E. Hipotesis

1. Diduga pemberian pupuk nano abu TKKS efektif dalam meningkatkan ketahanan tanaman kentang terhadap serangan penyakit *Phytophthora infestans* saat musim hujan
2. Diduga pemberian pupuk nano abu TKKS dengan konsentrasi 0,4% paling optimal dalam meningkatkan resistensi tanaman kentang terhadap serangan penyakit *Phytophthora infestans* saat musim hujan