I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth) merupakan tanaman penghasil minyak atsiri (*essential oil*), yaitu minyak nilam yang dalam dunia perdagangan internasional disebut *patchouli oil*. Minyak nilam digunakan sebagai bahan campuran pembuatan kosmetik, aroma terapi yang berfungsi sebagai zat pengikat/*fixative agent*, dan farmasi (Ditjenbun, 2020). Manfaat utama minyak nilam (*patchouli oil*) adalah sebagai bahan pengikat dalam industri parfum, sabun mandi dan minyak rambut. Indonesia merupakan negara penghasil minyak nilam nomor satu dunia dan pemasok terbesar mencapai 70% kebutuhan minyak nilam di dunia. Di Indonesia nilam memberikan sumbangan terhadap devisa negara cukup besar yaitu lebih dari 45% dari total ekspor minyak atsiri Indonesia (Soeparjono dan Syamsunihar, 2015).

Sejalan dengan perkembangan industri yang terus meningkat menyebabkan tanaman nilam mempunyai prospek yang cukup baik untuk dikembangkan dan dimantapkan perannya sebagai salah satu komoditas penghasil devisa negara dan sumber pendapatan bagi banyak petani. Produktivitas dan kualitas minyak nilam Indonesia relatif masih rendah yang disebabkan oleh rendahnya kualitas bahan tanaman, manajemen budidaya, berkembangnya berbagai hama dan penyakit serta teknik panen dan proses pengolahan produksi minyak yang masih konvensional.

Tanaman nilam sebagaimana tanaman lainnya menghendaki kondisi lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhannya, seperti iklim, kesuburan tanah dan intensitas cahaya. Indonesia telah memproduksi 2.207 ton minyak nilam pada tahun 2017 dan meningkat sebesar 16.861 ton pada tahun 2019. Kemudian mengalami penurunan sebesar 15.813 ton pada tahun 2021 (Ditjenbun, 2021). Penurunan produktivitas ini disebabkan fluktuasi iklim yang memiliki dampak buruk pada tanaman salah satunya cekaman air. Pengaruh cekaman air terhadap pertumbuhan tanaman bergantung pada tingkat tercekam yang dialami serta jenis ataupun kultivar yang ditanam. Pengaruh awal dari tanaman yang terkena cekaman yaitu

terjadinya hambatan terhadap pembukaan stomata daun yang berpengaruh besar terhadap proses fisiologis serta metabolisme dalam tanaman (Felania, 2017).

Cekaman air memberikan pengaruh buruk pada banyak aspek fisiologi tanaman, terutama kapasitas fotosintesis, perubahan metabolisme pada tanaman disertai dengan penurunan pertumbuhan. Cekaman air yang terjadi secara permanen ataupun sementara dapat membatasi pertumbuhan, distribusi vegetasi dan kinerja budidaya tanaman. Jika cekaman terjadi berkepanjangan, maka pertumbuhan dan produktivitas tanaman terganggu. Cekaman air dapat menyebabkan berkurangnya laju transpirasi pada tanaman dan menyebabkan terganggunya pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Tanaman yang mengalami cekaman air akan menunjukkan beberapa perubahan, tergantung tingkat keparahan, durasi dan lamanya terjadi cekaman air tersebut terhadap suatu tanaman.

Pemberian air selama masa pertumbuhan sangat penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Jika suplai air pada masa pertumbuhan dan perkembangan tanaman tidak terpenuhi atau melebihi batas air yang diterima, maka akan menimbulkan stress pada tanaman atau cekaman. Tanaman nilam membutuhkan air yang cukup banyak jika tanaman berada di tempat terbuka tanpa menggunakan naungan atau penutupan tanah di sekitar tanaman. Jika terlalu sedikit atau terlalu banyak air, tanaman mengalami titik kritis dimana proses fisiologis dan fotosintesis tanaman berkurang, yang pada akhirnya mempengaruhi hasil. Kekurangan air dapat menyebabkan tanaman menjadi kering dan mudah terserang penyakit. Sedangkan kelebihan air dapat menyebabkan busuk akar tanaman, layu sementara atau permanen, dan rentan terhadap serangan jamur. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk melihat pengaruh cekaman air terhadap karakter morfologi dan fisiologi nilam untuk memperoleh genotipe yang unggul dari genotipe nilam hasil mutasi.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu :

1. Mendapatkan genotipe nilam terbaik yang tahan terhadap cekaman air
2. Mengetahui interaksi terbaik antara genotipe dan lingkungan

1.3 Kerangka Pemikiran

Produksi nilam di Indonesia sempat meningkat pada 2019, namun mengalami penurunan pada 2021. Penurunan ini dipengaruhi oleh berbagai faktor yang menghambat pertumbuhan tanaman nilam, salah satunya adalah cekaman air. Cekaman air menjadi salah satu penyebab utama menurunnya hasil produksi nilam, bahkan bisa menyebabkan tanaman mati. Ketidakstabilan kondisi air tanah membuat tanaman kesulitan bertahan dari cekaman tersebut.

Cekaman air dipicu oleh perubahan iklim, curah hujan, dan intensitas cahaya yang tidak teratur. Iklim yang buruk dapat membuat kelembapan terlalu tinggi atau sangat rendah. Curah hujan yang berlebihan sering menyebabkan genangan di sekitar tanaman, sehingga merusak akar. Di sisi lain, intensitas cahaya yang terlalu tinggi meningkatkan penguapan air dari tanah, yang berdampak pada berkurangnya ketersediaan air.

Akibatnya, cekaman air mengganggu kemampuan tanaman untuk menyerap air. Tanda-tandanya meliputi akar yang membusuk, daun yang menguning, hingga tanaman mati. Cekaman air dibagi menjadi dua jenis: cekaman genangan dan cekaman kekeringan. Cekaman genangan terjadi ketika tanah tergenang air, mengurangi oksigen di sekitar akar, dan meningkatkan kadar karbon dioksida. Kondisi ini menghambat pertukaran udara di dalam tanah, sehingga merusak akar. Sementara itu, cekaman kekeringan disebabkan oleh kurangnya air di sekitar akar atau kebutuhan air yang lebih tinggi di daun akibat penguapan yang berlebihan, meskipun air tanah tersedia. Kekurangan air ini dapat mengganggu fungsi fisiologis dan morfologis tanaman, menghentikan pertumbuhan, dan perlahan menyebabkan kematian.

Tanaman nilam yang memiliki akar dangkal sangat rentan terhadap cekaman baik berupa genangan maupun kekeringan. Untuk mengetahui genotipe nilam yang lebih tahan terhadap cekaman air, diperlukan penelitian tentang pengaruh cekaman air terhadap karakter morfologi dan fisiologi tanaman. Penelitian ini penting untuk memahami bagaimana cekaman air memengaruhi pertumbuhan dan daya tahan tanaman nilam, khususnya pada aspek morfologi dan fisiologinya.

1.4 Hipotesis

Adapun hipotesis penelitian ini, yaitu :

1. Terdapat genotipe nilam terbaik yang tahan terhadap cekaman air
2. Terdapat interaksi terbaik antara genotipe dan lingkungan

1.5 Kontribusi

Kontribusi penelitian ini adalah:

1. Memberikan ilmu pengetahuan dan pengalaman individu tentang cekaman air pada tanaman nilam.
2. Memberikan informasi bagi peneliti lanjutan mengenai respon morfologi dan fisiologi tanaman nilam terhadap cekaman air.
3. Memberikan informasi bagi petani nilam sehingga dapat meningkatkan produktivitas pada lahan marginal.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Nilam

Tanaman nilam berasal dari kawasan tropis di Asia Tenggara, termasuk Indonesia, Filipina, dan India (Irawan, 2010). Di Indonesia sendiri, terdapat tiga jenis nilam yang dibudidayakan, yaitu *Pogostemon cablin Benth.* (nilam Aceh), *Pogostemon heyneanus Backer.* (nilam Jawa), dan *Pogostemon hortensis Benth.* (nilam sabun).

Berikut 3 jenis tanaman nilam yang dibudidayakan di Indonesia :

1. Nilam Aceh (*Pogostemon cablin* Benth)

   Nilam Aceh merupakan tanaman yang memiliki aroma khas dan rendemen minyak tinggi yaitu 2,5 - 5% dibandingkan dengan jenis lain. Nilam Aceh dikenal pertama kali dan ditanam secara meluas hampir diseluruh wilayah Aceh (Mangun, 2002).

2. Nilam Jawa (*Pogostemon heyneanus* Benth.)

   Nilam jawa disebut juga nilam hutan. Nilam ini berasal dari India dan masuk ke Indonesia serta tumbuh liar di hutan pulau Jawa. Jenis nilam ini hanya memiliki kandungan minyak sekitar 0,5 - 1,5%. Daun dan rantingnya tidak memiliki bulu - bulu halus dengan ujung daun agak meruncing (Mangun, 2002).

3. Nilam sabun (*Pogostemon hortensis* Backer.)

   Nilam ini sering digunakan untuk mencuci pakaian terutama kain jenis batik. Jenis nilam ini hanya memiliki kandungan minyak sekitar 0,5-1,5%. Komposisi kandungan minyak yang dimiliki tidak baik sehingga minyaknya tidak disukai (Mangun, 2002). Nilam sabun yang berasal dari India ditemukan tumbuh liar di wilayah Sumatera dan Jawa. Jenis nilam ini jarang dibudidayakan karena memiliki kadar minyak yang rendah serta kualitas komposisi minyaknya yang kurang optimal. (Sitompul, 2015).

Taksonomi tanaman nilam yang di klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Divisi : Sprematophyta

Subdivisi : Angiospermae

Ordo : Labiatales

Famili : Labiatae

Genus : Pogostemon

Spesies : *Pogostemon cablin* Benth

Gambar 1. Tanaman Nilam

Tanaman nilam (*Pogostemon patchouli* atau *Pogostemon cablin* Benth) adalah tanaman perdu aromatik dengan daun berbentuk oval hingga lonjong yang memiliki tekstur halus. Tanaman ini jarang berbunga, bahkan sering kali tidak mencapai tahap generatif saat dibudidayakan, karena proses tersebut dapat mengurangi produksi minyak atsirinya. Bunga nilam tumbuh berkelompok di ujung tangkai dengan warna ungu kemerahan. Tangkai bunganya memiliki panjang 2–8 cm dan diameter 1–15 cm, sedangkan mahkota bunga berbentuk tabung dengan panjang sekitar 8 mm serta dilengkapi dengan stilus dan dua stigma, buah atau bijinya berbentuk menyerupai polong, berjumlah empat, dan berukuran kecil.

Daun nilam berwarna hijau tipis, tidak kaku, dan memiliki panjang sekitar 5–10 cm. Batangnya memiliki panjang 20–40 cm dengan diameter 10–20 mm. Pada usia 6 bulan, tanaman nilam bisa mencapai tinggi lebih dari 1 meter dengan cabang yang menyebar hingga radius 60 cm. Sistem perakaran nilam berupa akar tunggang yang bercabang banyak menyerupai serabut. Akar tunggang dengan percabangan lateral ini berperan penting dalam menyerap air dan nutrisi, menopang struktur tanaman, serta mendukung produksi minyak atsiri berkualitas. Akar tanaman dewasa menyebar pada lapisan tanah sedalam 20–30 cm.

2.2 Syarat Tumbuh

Tanah dengan tingkat keasaman tinggi dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman nilam terhambat dan menjadi kerdil karena tingginya kandungan aluminium (Al) yang larut di dalam tanah. Salah satu cara untuk meningkatkan pH

tanah adalah melalui pengapuran. Namun, jika pH tanah menjadi terlalu basa, tanaman nilam tidak dapat menyerap garam mangan (Mn), sehingga daun tanaman cenderung mengering (Subroto, 2007). Pada tanah yang memiliki kadar air tinggi, diperlukan sistem drainase yang baik untuk mencegah kondisi tanah yang terlalu basah, yang dapat meningkatkan risiko serangan penyakit busuk akar akibat infeksi cendawan *Phytophthora*.

Menurut Nuryani (2005), tanaman nilam memerlukan intensitas cahaya sebesar 75-100% untuk mencapai pertumbuhan optimal. Meskipun nilam dapat tumbuh di bawah naungan, kandungan minyaknya lebih rendah dibandingkan dengan tanaman yang mendapatkan cahaya maksimal. Tanaman nilam yang tumbuh dalam kondisi cahaya rendah memiliki akar yang lebih kecil, jumlah akar yang lebih sedikit, serta sel-sel akar yang berdinding tipis, yang pada akhirnya menurunkan tingkat fotosintesis. Hal ini disebabkan oleh percepatan proses fotooksidasi klorofil yang merusak pigmen klorofil. Intensitas cahaya yang optimal serta kelembapan rendah mendukung percepatan transpirasi. Sebaliknya, kekurangan cahaya menghambat proses fotosintesis, sehingga energi lebih banyak digunakan untuk pemeliharaan daripada disimpan (Haryanti, 2010).

Cahaya juga memengaruhi ukuran dan warna daun nilam. Tanaman nilam yang tumbuh tanpa naungan memiliki daun yang lebih kecil, sedikit tebal, dan berwarna merah kekuningan, meskipun kandungan minyaknya lebih tinggi. Sinar matahari memainkan peran penting sebagai sumber energi dalam proses fotosintesis. Tanaman nilam dapat tumbuh pada ketinggian 0-1.200 meter di atas permukaan laut (mdpl), dengan hasil terbaik biasanya dicapai di ketinggian 50-400 mdpl. Pada dataran rendah, daun nilam mengandung minyak dengan kadar lebih tinggi, tetapi kadar patchouli alkohol (Pa) lebih rendah. Sebaliknya, pada dataran tinggi, kadar minyak lebih rendah, tetapi kadar Pa lebih tinggi (Nuryani, 2005).

Kebutuhan kelembapan tanaman nilam bergantung pada lokasi tumbuhnya. Di dataran rendah, tanaman memerlukan kelembapan yang lebih rendah, sementara di dataran tinggi dibutuhkan kelembapan yang lebih tinggi. Secara umum, tingkat kelembapan optimal untuk tanaman nilam berada pada kisaran 60-70% (Subroto, 2007). Selain itu, tanaman ini membutuhkan curah hujan tahunan yang cukup

tinggi, yaitu sekitar 2.300-3.000 mm, dengan distribusi hujan yang merata sepanjang tahun (Subroto, 2007).

2.3 Genotipe yang Digunakan

Pemuliaan sangat berguna dalam pemilihan klon yang didorong oleh proses rekombinasi genetik melalui percampuran galur pemuliaan, variasi genetik/kromosom, dan persilangan. Keragaman genetik yang muncul mengakibatkan keberhasilan ataupun kegagalan . Irradiasi sinar gamma 60 ^{o}C yang dimanfaatkan pada tanaman nilam aceh (lhokseumawe) lokal lampung terjadinya perubahan jaringan sel, genom, kromosom, dan gen. Perubahan pada genetik nilam mendapatkan variasi genetik dan stabilitas yang luas sehingga menjadikan varietas unggul (Tahir, dkk., 2019). Bahan tanam terdiri dari tiga genotipe nilam yang telah diseleksi, yaitu : genotipe 7, 8 dan 9 diantara 10 genotipe tanaman nilam generasi MV6 tahun 2018 (Wulansari, dkk., 2018) hingga 2019 (Tahir dkk., 2019). Dalam penelitian Nurmayanti, dkk., (2019) penggunaan genotipe hasil mutasi telah menunjukkan stabilitas hasil di lokasi rajabasa Lampung Selatan. Selain itu, genotipe terbaik menunjukkan kestabilan hasil pada posisi ini Rajabasa Lampung Selatan adalah genotipe dalam kategori keempat, Genotipe 4 dan genotipe 7.

2.4 Cekaman Air

Cekaman pada tumbuhan umumnya diartikan sebagai faktor eksternal yang merugikan, baik dari lingkungan maupun faktor biotik dan abiotik, yang berdampak negatif pada pertumbuhan, reproduksi, serta kelangsungan hidup tanaman. Faktor-faktor ini dapat memperlambat proses fisiologi. Lingkungan memiliki pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan tanaman, di mana perubahan kondisi lingkungan akan berdampak pada fungsi fisiologisnya. Respons tanaman terhadap perubahan lingkungan dapat terlihat dari morfologi dan fisiologinya. Setiap organisme hidup memiliki kisaran optimal terhadap faktor lingkungan tertentu. Jika kondisi lingkungan berada di luar kisaran toleransi tersebut, organisme akan mengalami stres fisiologis.

Air merupakan elemen penting dalam fisiologi tanaman. Tanpa air, tumbuhan tidak dapat bertahan hidup, karena air adalah dasar dari kehidupan.

Ketidakseimbangan air antara sel tanaman dan media tumbuhnya sering terjadi pada lingkungan ekstrem, baik karena kelebihan maupun kekurangan air. Ketidakseimbangan ini menciptakan perbedaan potensi air, yang memicu dehidrasi protoplasma akibat pengeluaran air dari sel. Jika dehidrasi terus berlangsung hingga tidak terkendali, efisiensi fungsi sel menurun, menyebabkan tanaman layu. Plasmolisis dapat terjadi jika perbedaan potensi air antara sel dan lingkungannya tetap berlanjut.

Cekaman air pada tumbuhan terbagi menjadi dua jenis, yaitu cekaman genangan dan cekaman kekeringan. Genangan, yang biasanya terjadi di daerah dengan curah hujan tinggi atau tanah dengan drainase buruk, merupakan tekanan abiotik yang mengurangi pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Kekeringan, di sisi lain, terjadi ketika tanaman kekurangan air akibat keterbatasan suplai air di daerah perakaran atau karena kebutuhan air tanaman melebihi kemampuan akar menyerap air, meskipun kandungan air tanah mencukupi. Kekurangan air pada tanah dapat terjadi jika kadar air berada di bawah kapasitas lapang.

Cekaman genangan dapat menurunkan hasil produksi hingga 10–40% pada kondisi parah. Genangan terjadi ketika kadar air tanah melebihi kebutuhan maksimal tanaman, yang menyebabkan kerusakan fisiologi akar dan keracunan akibat kondisi anaerob. Akibatnya, suplai oksigen untuk akar menjadi berkurang. Beberapa genotipe tanaman mampu bertahan terhadap genangan dengan mengembangkan akar adventif yang memungkinkan penyerapan oksigen dari udara, atau melalui adaptasi fisiologi seperti pembentukan jaringan parenkim. Genangan juga menghambat pertukaran gas antara tanah dan udara, yang berdampak pada respirasi, permeabilitas akar, penyerapan air dan nutrisi, serta proses biologis seperti penyerapan nitrogen.

Respon tanaman terhadap cekaman kekeringan bergantung pada tingkat stres dan fase pertumbuhan saat cekaman terjadi. Respons ini melibatkan perubahan di tingkat seluler dan molekuler, termasuk pertumbuhan yang terhambat, volume sel yang mengecil, penurunan luas daun, penebalan daun, peningkatan rasio akar-tajuk, perubahan sensitivitas stomata, penurunan laju fotosintesis, hingga perubahan metabolisme karbon dan nitrogen, aktivitas enzim, hormon, dan ekspresi gen.