

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nilam Aceh (*Pogostemon cablin* Benth) merupakan salah satu jenis tanaman dari berbagai jenis tanaman penghasil minyak atsiri yang ikut berperan dalam peningkatan devisa negara lebih dari 50%. Pada tahun 2013-2016 rata-rata volume ekspor minyak atsiri tujuan negara Asia dan Amerika mencapai 11,07 ribu ton. Minyak nilam sendiri mampu memasok 5,535 ribu ton. Tahun 2014 nilai ekspor mencapai US\$78,15 juta semakin meningkat dari tahun ketahun. Hingga tahun 2016 nilai ekspor sebesar US\$83,19 juta dengan volume ekspor mencapai 15,385 ribu ton (Ditjenbun, 2016).

Nilam aceh memiliki kadar minyak yang tinggi sekitar >2,5% sehingga nilam aceh tersebut dibudidayakan dengan tujuan produksi minyak (Nuryani dan Hadipoettyanti, 1994). Terdapat lima varietas unggul nilam yaitu Sidikalang, Tapak Tuan, Lhokseumawe, Patcolina 1 dan Patcolina 2. Lima varietas tersebut memiliki keunggulan yang berbeda dengan perkiraan produksi tanam 64,67 – 80,37 ton.ha⁻¹, produksi minyak 464,42 – 583,26 kg.ha⁻¹, kadar minyak atsiri 2,0 – 3,87%, dan kadar *Patchouli alcohol* 34,46 - 35,90% (Haryudin an Hadipoentyanti, 2012). Varietas Lhokseumawe merupakan varietas/klon yang banyak dibudidayakan, karena kadar minyaknya yang tinggi sehingga karakter morfologi, kandungan minyak, sifat fisika – kimia dan sifat ketahanannya terhadap penyakit dan kekeringan pada varetas Lhoukseumawe ini dapat berubah dari sifat asalnya sendiri (Nuryani, *et al.*, 2007).

Pada dasarnya seluruh bagian tanaman nilam seperti akar, batang, tangkai dan daun mengandung minyak atsiri, namun kadar kandungannya berbeda. Akar dan batang tanaman nilam mengandung minyak dengan mutu yang terbaik, tetapi kandungan minyaknya hanya sedikit. Kandungan minyak yang terbanyak terdapat pada daun nilam (Santoso, 2007).

Tanaman nilam merupakan tanaman tropis, berkembang biak secara vegetatif (setek) karena tanaman nilam tidak berbunga, yang menimbulkan kekhawatiran

yang akan terjadinya kepunahan tanaman tersebut. Sehingga adanya peran pemuliaan tanaman sangat membantu pemulia dalam menyeleksi klon-klon yang disebabkan oleh proses pencampuran material pemuliaan, mutasi genetik/kromosom, dan rekombinasi genetik akibat persilangan yang dapat menyebabkan munculnya keragaman genetik yang merugikan ataupun menguntungkan. Dimana perubahan genetik yang terjadi disebabkan oleh mutasi somatis yang menghasilkan sel anak identik dengan induknya. (Tahir, *et al.*, 2016) menjelaskan bahwa melalui mutasi gen dengan memanfaatkan Iradiasi sinar gamma 60C terhadap nilam Aceh (Lhokseumawe) Lokal Lampung dapat menyebabkan perubahan jaringan sel, genom, kromosom, dan gen, sehingga diperoleh varietas yang memiliki variabilitas luas untuk dijadikan sebagai varietas unggul yang dapat dibudidayakan oleh masyarakat secara luas. Variabilitas genetik dan heritabilitas yang luas, serta adanya korelasi antar karakter-karakter dengan daya hasil merupakan parameter genetik yang dapat dijadikan pedoman untuk memperoleh varietas unggul nilam dalam program pemuliaan tanaman.

Penilaian keberhasilan seleksi sangat ditentukan pada luasnya variabilitas genetik dan tingginya rata-rata penampilan pada karakter yang dituju, sehingga dalam penelitian diharapkan diperoleh genotipe yang memenuhi kriteria di atas. Poin penting untuk mengoptimalkan pemuliaan tanaman nilam lokal perlu dilakukan variabilitas yang luas sehingga tersedianya varietas lokal tanaman nilam yang produktif sehingga dapat meningkatkan produksi dan kadar minyak yang tinggi (Safuan, *et al.*, 2014).

Korelasi merupakan pertumbuhan karakter-karakter yang kuat dengan produktivitas tanaman yang tinggi dapat membantu seleksi dan usaha pemuliaan tanaman. Korelasi antara karakter tanaman jika terdapat nilai positif dari produksi hasil, maka produksi minyak atau rendemen minyak semakin meningkat sehingga dapat dijadikan sebagai petunjuk seleksi dalam pemuliaan tanaman nilam (Suharsono, *et al.*, 2006).

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mendapatkan satu genotipe unggul berdasarkan brangkasan dan rendemen minyak dari 10 genotipe nilam pada lingkungan Raman Utara dan Natar.
2. Mendapatkan korelasi genotipik dan fenotipik pada karakter pertumbuhan yang diamati pada lingkungan Raman Utara dan Natar.
3. Mendapatkan genotipe yang mampu beradaptasi pada lokasi Raman Utara dan Natar berdasarkan nilai produktivitas lingkungan.

1.3 Kerangka Pemikiran

Nilam Aceh (*Pogostemon cablin* Benth) merupakan tanaman semak yang tumbuh pada daerah tropis, perkembangbiakannya secara vegetatif (melalui setek) karena tidak berbunga, keadaan tersebut menimbulkan kekhawatiran akan terjadinya kepunahan pada tanaman tersebut. Selain itu, tanaman nilam menghasilkan minyak atsiri yang mempunyai mutu tinggi, karena penggunaannya tidak dapat disubstitusi dengan minyak atsiri lainnya, sehingga minyak nilam sangat dibutuhkan, terutama industri parfum, kosmetik dan pestisida.

Nilam (*Pogostemon cablin* Benth) merupakan tanaman yang kualitasnya tergantung pada jenis, sifat tanah, iklim dan cara penanamannya. Proses produksi minyak nilam umumnya menggunakan cara penyulingan. Minyak nilam tergolong kedalam minyak atsiri dengan komponen utama patchouli alkohol. Batang, daun dan akar nilam mengandung minyak ini, minyak nilam berwarna kuning jernih dan memiliki bau yang khas dan sulit dihilangkan, karena sifat aromanya yang kuat minyak nilam banyak digunakan pada industri parfum dan kosmetik. Minyak nilam merupakan komoditi ekspor, Indonesia adalah pemasok minyak nilam dunia (90%) sehingga minyak nilam mempunyai prospek yang cukup baik untuk dikembangkan.

Upaya yang dilakukan untuk memperluas variabilitas genetik varietas ini yaitu dengan cara mutasi gen menggunakan iradiasi sinar gamma, sehingga diperoleh 10 genotip lokal yang diharapkan memiliki variasi genetik yang luas untuk dijadikan sebagai dasar seleksi pada pemuliaan tanaman. Selain itu untuk mendukung program pemuliaan tersebut ialah diperlukan informasi yang mendasar mengenai ciri morfologi dan fisiologi yang berkaitan dengan 10 genotip

lokal yang berkaitan, sehingga dibutuhkan proses seleksi berjalan secara efektif dan efisien, selain itu pengetahuan tersebut sangat bermanfaat dalam membantu menentukan strategi pengembangan nilam pada masa yang akan datang. Pengujian tersebut meliputi uji karakter fisiologi dan morfologi yang meliputi Tinggi tanaman, diameter batang, panjang cabang, jumlah cabang, luas daun, luas daun spesifik, kandungan klorofil, turgiditas sel daun, kadar air, berat basah brangkasan, berat kering brangkasan, dan randemen minyak.

Untuk menelaah kesembilan genotip tersebut dilakukan pengujian pada dua lokasi, yaitu lingkungan Raman Utara Lampung Timur dan lingkungan Natar Lampung, masing-masing lokasi tersebut dibedakan berdasarkan ketinggian tempatnya. Sasaran pemuliaan tanaman yang dituju adalah mendapatkan genotip yang berpotensi hasil tinggi (brangkasan dan minyak atsiri) pada setiap lingkungan pengujian. Keberhasilan ini ditentukan oleh pemulia tanaman berdasarkan seleksi yang berpedoman pada parameter genetik, informasi ada tidaknya variasi genetik untuk karakter penting dari sembilan genotipe yang diuji adalah seleksi yang berdasarkan pada analisis kuantitatif pada nilai variabilitas genetik, korelasi genetik dan stabilitas hasil pada berbagai lingkungan, keadaan inilah membantu pemulia dalam mendapatkan genotipe - genotipe yang superior untuk dirilis sebagai tanaman budidaya.

Kabupaten Natar terletak pada 5°20' - 5°30' Lintang Selatan dan 105°28' - 105°37' Bujur Timur, serta terletak pada ketinggian 0 sampai 700 meter di atas permukaan laut, dengan rata-rata ketinggian 77,08 meter di atas permukaan laut. topografi Kabupaten Natar sangat beragam, mulai dari dataran rendah pantai sampai kawasan perbukitan hingga bergunung, dengan ketinggian permukaan antara 0 sampai 500 m di atas permukaan laut.

Iklim Kabupaten Lampung Timur Kecamatan Raman Utara Dalam Angka 2018 yang diterbitkan oleh BPS Kabupaten Lampung Timur. Publikasi ini memuat gambaran umum tentang keadaan geografi dan iklim di Kecamatan Raman Utara. Lampung Timur termasuk dalam kategori iklim B, yang dicirikan oleh bulan basah selama 6 bulan yaitu Desember-Juni dengan temperatur rata-rata 24-34°C. Curah hujan merata tahunan sebesar 2000–2500 mm. Desa restu rahayu terletak pada ketinggian± 50-100 meter di atas permukaan dan memiliki curah

hujan rata-rata 6000 mm.tahun⁻¹. Desa Restu Rahayu merupakan daerah dataran rendah yang subur dengan suhu rata-rata 18-35°C (suhu harian 29°C).

Jenis tanah di Wilayah Kabupaten Lampung Timur umumnya didominasi oleh tanah jenis podsolik merah kuning, podsolik kekuning-kuningan, latosol cokelat kemerahan, latosol merah, hidromof kelabu, alluvial hidromof, regosol cokelat kekuningan, alluvial cokelat kelabu dan latosol merah.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Terdapat genotipe yang produksi brangkasan dan minyak atsiri nilam tinggi dari sepuluh genotipe yang diuji.
2. Terdapat korelasi genotipik dan fenotipik pada karakter pertumbuhan yang diteliti dari lingkungan Raman Utara dan Natar.
3. Terdapat genotipe yang produktivitas lingkungan positif dari lingkungan pengujian Raman Utara dan Natar.

1.5 Kontribusi

1. Memperkaya konsep atau teori pada pembelajaran mata kuliah genetika dan pemuliaan tanaman, tentang adaptasi suatu tanaman,
2. Memperkaya bahan kegenetikan tanaman nilam untuk dijadikan sebagai dasar dalam mendapatkan klon/varietas baru untuk tujuan pemuliaan tanaman dengan variabilitas genetik yang luas,
3. Memperkaya keragaman hayati guna mempertahankan tanaman nilam dari kepunahan serta pilihan klon/varietas untuk tujuan budidaya lebih luas.
4. Dengan diperolehnya karakter spesifik seperti, hasil terna dan rendemen tinggi, maka klon/varietas tersebut dapat dilepas menjadi klon/varietas unggul.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Varietas Unggul Nilam

Nilam (*Pogostemon sp.*) termasuk kedalam famili *Labiatae*, ordo *Lamiales*, kelas *Angiospermae* dan divisi *Spermatophyta*. Varietas unggul nilam yang sudah dilepas sampai saat ini terdapat lima varietas yaitu sidikalang, Tapak tuan, Lhoukseumawe, Patcolina 1 dan Patcolina 2. Lima varietas tersebut memiliki keunggulan yang berbeda dengan kisaran produksi tanaman segar 64,67 – 80,37 ton.ha⁻¹, produksi minyak 464,42 – 583,26 kg.ha⁻¹, kadar minyak 35,90%. Upaya peningkatan produktivitas nilam di Indonesia dilakukan beberapa kegiatan pemuliaan nilam, sehingga sampai saat ini diperoleh 81 aksesori plasma nuftah nilam hasil eksplorasi, somaklonal, dan fungsi protoplas (Haryudin dan Hadipoentyanti, 2012).

2.2 Karakteristik Tanaman Nilam

Nuryani dan Hadipoentyanti, 1994. Nilam merupakan salah satu tanaman penghasil minyak atsiri yang saat ini baru terdapat tiga klon/varietas unggul nasional yang telah dirilis Gambar 1 dan Gambar 2 (Tapak Tuan, Lhoukseumawe, Sidikalang, Patcheolu 1 dan 2), hal tersebut menimbulkan kekhawatiran akan tanaman tersebut dari kepunahan. Minyak nilam mempunyai prospek yang baik karena selain harganya tinggi, minyaknya belum dapat dibuat dalam bentuk sintesis (Ibnusantoso, 2000). Kebutuhan dunia akan minyak atsiri yang berasal dari tanaman nilam saat ini berkisar 600 – 800 ton.tahun⁻¹. Sebagian besar kebutuhan ini disuplai dari Indonesia. Minyak nilam biasanya digunakan sebagai bahan pengikat dalam industri parfum atau dalam industri kosmetik lainnya. Nilam Aceh (*Pogostemon cablin* Benth) tidak berbunga, kandungan minyak tinggi, bekadar 2,0 – 5 %, tumbuh baik di dataran rendah dan berproduksi tinggi pada ketinggian 10 – 400 m dpl. Menghendaki tanah yang subur, cukup humus, tanah yang mengandung bahan organik memberikan hasil yang paling baik. Memerlukan penyinaran matahari yang cukup. Curah hujan yang dikehendaki berkisar 2.500 – 3.500 mm.tahun⁻¹, dengan suhu 24 -28° C (Nuryani, 2006).

Menurut (Dalmaso, *et al.*, 1992), mekanisme ketahanan terhadap nematoda dapat terjadi secara fisik dan kimiawi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman yang tahan nematoda mempunyai kandungan fenol dan lignin yang lebih tinggi daripada tanaman yang rentan.



Gambar 1. Varietas unggul baru nilam Tapak Tuan (kiri), Lhokseumawe (tengah), dan Sindikalang (kanan) (Nuryani, 2006).



Gambar 2. Varietas unggul Patchoulina 1 dan Patchoulina 2 (SK Mentan 2013)

2.3 Variabilitas Genetik Karakter Morfologi

Koefisien variasi genetik merupakan ukuran besarnya variabilitas genetik dari suatu karakter, bila variabilitas genetiknya luas berarti menggambarkan adanya peluang untuk perbaikan suatu karakter. Selain itu, nilai duga heritabilitas juga berperan dalam seleksi, karena nilai variabilitas genetik yang muncul pada setiap karakter diakibatkan oleh pengaruh genetik atau lingkungan, karena besaran nilai duga heritabilitas memudahkan pemulia tanaman untuk memaksimalkan kemajuan genetik pada materi yang diseleksi, karena nilai heritabilitas yang tinggi berimplikasi pada ekspresi genetik yang kurang (relatif) dipengaruhi oleh lingkungan (Tahir, 2000; Tahir dan Rofiq 2011 dan 2013). Penetapan nilai variabilitas genetik suatu karakter dan dinilai luas adalah nilai varians genetiknya lebih besar dua kali dari standar deviasi varians genetik, penetapan standar deviasi

varians genetik ditetapkan berdasarkan persamaan yang dikemukakan oleh Anderson dan Bancroft (1952) dalam Dradjat, 1987.

Tabel 1. Penggolongan tingkat variabilitas genetik

Skala relatif (%)	Tingkat variabilitas genetik
$0 < KVG \leq 25$	Sempit
$25 < KVG \leq 50$	Agak sempit
$50 < KVG \leq$	Agak luas
$75 < KVG \leq 100$	Luas

Sumber: Nuryani, *et al.*, (2005)

Tanaman nilam adalah tanaman tahunan (perennial) yang berupa semak tropis perdu yang tumbuh tegak, memiliki banyak percabangan, dan betingkat – tingkat. Secara alami tanaman nilam dapat mencapai hingga ketinggian 0,5 – 1,0 m. Daun tanaman nilam berbentuk bulat telur sampai bulat panjang (lonjong). Daun nilam memiliki panjang antara 5 – 11 cm, berwarna hijau, tipis, tidak kaku, dan berbulu pada permukaan bagian atas. Kedudukan daun saling berhadapan, sehingga permukaan daun kasar dengan tepi begerigi, ujung daun tumpul, urat daun menonjol keluar. Tanaman nilam jarang berbunga. Memiliki karakteristik bunga tumbuh di ujung tangkai, bergerombol, dan memiliki karakteristik warna ungu kemerahan. Tangkai bunga memiliki panjang antara 2 – 8 cm dengan diameter antara 1 – 1,5 cm, dan mahkota bunga berukuran 8 mm (Rukmana, 2003).

Tanaman nilam berasal dari daerah tropis Asia Tenggara terutama Indonesia, Filipina, dan Indian (Irawan dan Jos, 2010). Di Indonesia terdapat tiga jenis nilam yaitu, *Pogestemon cablin* Benth (nilam aceh), *Pogestemon hortensis* Backer (nilam jawa), dan *Pogestemon heyneanus* Benth (nilam sabun). Nilam aceh berasal dari Filipina, berawal ditanam di jawa pada tahun 1895 dan mulai ditanam di Aceh pada tahun 1909 (Guenther, 1952). Nilam Aceh (*Pogestemon cablin* Benth) merupakan tanaman dengan randemen minyak daun keringnya tinggi yaitu 2,5 – 5 % dibandingkan dengan nilam lainnya dan memiliki aroma khas. Nilam Aceh dikenal pertama kali dan ditanam secara meluas hampir seluruh wilayah Aceh (Mangun, 2002). Nilam aceh merupakan tanaman yang memiliki kualitas minyak tinggi dan kadar minyak yang lebih tinggi dari nilam jawa dan nilam

sabun. Nilam aceh berkadar minyak tinggi (>2%), dibandingkan Nilam jawa yang kadar minyaknya rendah (<2%) (Nuryani, 2006).

Tabel 2. Produksi terna kering, kadar minyak, produksi minyak dan kadar patchouli alkohol 3 varietas unggul nilam aceh

Varietas	Produksi terna kering (ton.ha ⁻¹)	Kadar minyak (%)	Produksi minyak (kg.ha ⁻¹)	Kadar patchouli alkohol (%)
Tapak Tuan	13,278	2,83	375,76	33,31
Lhokseumawe	11,087	3,21	355,89	32,63
Sidikalang	10,902	2,89	315,06	32,95

Sumber: Nuryani, *et al.* (2005)

Tabel 3. Karakteristik mutu minyak 3 varietas unggul nilam Aceh

Karakter	Tapak Tuan	Lhokseumawe	Sidikalang
Warna	Kuning Muda	Kuning Muda	Kuning Muda
Berat jenis (25 ⁰ C)	0,9722	0,9679	0,9651
Indeks bias (25 ⁰ C)	1,5066	1,5070	1,5068
Putaran optik	-55 ⁰ 12'	-52 ⁰ 24'	-52 ⁰ 12'
Kelarutan dalam alkohol (90%)	1:1	1:1	1:6
Bilangan asam (%)	0,76	0,74	0,57
Bilangan ester (%)	2,47	3,96	3,83

Sumber: Nuryani, *et al.* (2005)

2.4 Karakter Fisiologi

2.4.1 Klorofil

Klorofil merupakan pigmen utama tumbuhan sebagai pemberi warna hijau yang terdapat pada kloroplas, pigmen ini memiliki peran penting dalam proses fotosintesis tumbuhan dengan cara menyerap dan mengubah energy cahaya matahari menjadi energy kimia (ATP dan NADPH). Sifat fisik dari klorofil adalah berfluresensi yang artinya dapat menerima sinar dan mengembalikannya dalam bentuk klorofil-a tampak berwarna hijau tua dan klorofil-b yang berwarna hijau cerah- merah kecoklatan.

Fungsi utama klorofil ialah membantu dalam proses fotositesisi ada tiga yakni memanfaatkan energi matahari, memicu fiksasi CO₂ untuk dapat menghasilkan karbohidrat dan menyediakan energi baik ekosistem secara keseluruhan Klorofil banyak menyerap sinar dengan panjang gelombang antara 400 – 700 nm, terutama sinar merah dan biru (Ai dan Banyo, 2011). Klorofil merupakan komponen kloroplas

yang utama dan kandungan klorofil relatif berkorelasi positif dengan laju fotosintesis. Radiasi cahaya yang diterima oleh tanaman dalam fotosintesis diabsorpsi oleh klorofil dan pigmen tambahan yang merupakan kompleks protein klorofil, selanjutnya energi radiasi akan ditransfer ke pusat reaksi fotosistem I dan II yang merupakan tempat terjadinya perubahan energi cahaya menjadi energi kimia (Li *et al.*, 2006).

Kekeringan konsentrasi klorofil pada genotip barley yang toleran dan sensitif menurun, penurunan genotip yang sensitif lebih besar daripada genotipe yang toleran (Li *et al.*, 2006). Kandungan daun dapat dipakai sebagai indikator toleran terhadap kekeringan dalam seleksi plasma nutfah barley. Pada penelitian dilakukan penurunan kandungan klorofil pada saat tanaman kekurangan air berkaitan dengan aktivitas perangkat fotosintesis dan menurunkan laju fotosintesis tanaman (Ai dan Banyo, 2011).

2.4.2 Struktur dan fungsi kloroplas

Kloroplas merupakan plastid yang mengandung pigmen hijau disebut dengan klorofil yang hanya terdapat pada sel tumbuhan. Kloroplas terbungkus oleh membrane sel ganda, yang dimana membran sebelah dalam (internal) tidak berlipat – lipat seperti halnya membran internal pada mitokondria. Pada membran internal kloroplas terdapat pigmen fotosintesis. Pigmen banyak terdapat pada permukaan luar membran internal yang disebut tilakoid yang berbentuk bulat pipih seperti kantong. Pada posisi tersebut tilakoid akan menumpuk rapih membentuk struktur yang gramen. Tilakoid yang memanjang menghubungkan granum yang satu dengan yang lain di dalam stroma yang disebut lamela. Stroma merupakan rona ruang dalam kloroplas daun.

2.4.3 Proses – proses fotosintesis

1. Intensitas cahaya matahari

Tanaman yang tumbuh pada lingkungan berintensitas cahaya rendah memiliki akar yang lebih kecil, jumlahnya sedikit dan tersusun dari sel yang berdinding tipis. Terhambatnya transaksi hasil fotosintesis mengakibatkan hal ini terjadi dari akar. Ruas batang tanaman lebih panjang dan tersusun dari sel – sel berdinding tipis, ruang antar sel lebih besar, jaringan pengangkut dan penguat lebih sedikit. Daun berukuran lebih besar, lebih tipis, dan ukuran stomata lebih besar, sel epidermis tipis, tetapi jumlah daun lebih sedikit, ruang antar sel lebih banyak.

Intensitas cahaya yang terlalu tinggi dapat menurunkan laju fotosintesis hal ini disebabkan adanya fotoksidasi klorofil yang berlangsung cepat sehingga merusak klorofil (Haryanti, 2008).

Respon tanaman terhadap cahaya berbeda tergantung sifat adaptif tanaman. Respon terhadap intensitas cahaya yang tinggi dapat menguntungkan atau merugikan. Proses ini dikarenakan tanaman memiliki ambang batas terhadap intensitas cahaya yang harus diterima. Intensitas cahaya yang tinggi menyebabkan rusak struktur kloroplas yang membantu proses metabolisme tanaman sehingga menyebabkan produktivitas tanaman menurun (Salisbury dan Ross, 1992).

Laju fotosintesis dapat didekati dengan menghitung jumlah serta mengukur laju penyerapan CO₂ per satuan luas daun. Jumlah daun lazimnya dinyatakan dengan ILD (Indeks Luas Daun) sama dengan LAI (Leaf Area Index), yaitu besaran yang menyatakan nisbah antar luas daun tanaman dengan luas tanah ternaungi. Secara matematika hasil fotosintesis akan meningkat dengan meningkatnya LAI (Gardener *et al.*, 1991).

2. Karbondioksida

Karbondioksida merupakan bahan penting yang berperan dalam fotosintesis tanaman CO₂ diserap tanaman melalui lubang stomata. Pada saat CO₂ masuk ke dalam tanaman, maka didalam stomata akan terjadi pertukaran gas masuk dan keluar. Gas masuk berupa CO₂ dan H₂O sebagai produk sampingan dari fotosintesis akan keluar dari tanaman (Retno, 2014).

Laju transpirasi dikontrol oleh pembukaan stomata. Kondisi kekurangan air stomata akan menutup, dan pertukaran gas menurun. Stomata merupakan pusat jalur kehilangan air dan absorpsi karbohidrat pada proses fotosintesis. Kondisi kekurangan air, absorpsi CO₂ menurun dan merangsang penurunan aktivitas metabolik sehingga mengakibatkan menurunnya pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Setiawan *et al.*, 2013).

3. Suplai air

Suplai air atau yang sering disebut ketersediaan air merupakan cekaman abiotik yang dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman. Tanaman tidak akan hidup tanpa air, air merupakan faktor utama yang berperan dalam proses fisiologi tanaman. Air merupakan bagian protoplasma yang tersusun dari 85 – 90 %

dari berat keseluruhan jaringan tanaman. Air merupakan reagen yang penting dalam fotosintesis dan dalam reaksi 0 reaksi hidrolisis (Retno, 2014).

Air pada tanaman sangat dibutuhkan dalam jumlah yang bervariasi, tergantung pada jenis tanaman. Kekurangan air mengakibatkan perubahan di tingkat molekuler, seluler, fisiologi, dan morfologi. Perubahan terjadi dapat berupa pengurangan volume sel, penurunan luas daun, penebalan daun, adanya rambut pada daun, perubahan ekspresi gen, perubahan metabolisme karbon dan nitrogen, perubahan produksi dan aktivitas enzim dan hormon, peningkatan sensitivitas stomata, penurunan laju fotosintesis (Ai dan Banyo, 2011).

Produksi bahan kering tanaman tergantung dari penerimaan penyinaran matahari dan pengambilan karbondioksida dan air dalam tumbuhan. Penampakan dan laju perkembangan suatu tanaman tergantung faktor-faktor iklim seperti suhu, panjang hari, dan persediaan air. Pola perkembangan suatu tanaman memperhitungkan kendala-kendala iklim. Iklim mempengaruhi kualitas tanaman, tetapi belum banyak diketahui tentang pengaruh (Haryanti, 2008).

4. Suhu

Suhu berpengaruh terhadap fotosintesis tergantung pada spesies, keadaan lingkungan tempat tumbuhan tumbuh, dan keadaan lingkungan saat pengukuran. Tanaman Hortikultura dan perkebunan yang tumbuh baik pada iklim hangat biasanya mempunyai suhu optimum lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman yang sering hidup dalam suhu dingin. Suhu optimum untuk fotosintesis sama dengan suhu siang hari di tempat tumbuhan yang biasa hidup (Salisbury dan Ross, 1992).

2.5 Jenis Jenis Tanaman Nilam

Jenis tanaman nilam di Indonesia terdapat tiga jenis yaitu Nilam Aceh, Nilam Jawa, dan Nilam Sabun. Nilam dengan Kandungan minyak yang baik terdapat pada jenis Nilam Sabun (Mangun, 2002) :

2.5.1 Nilam Aceh (*Pogostemon cablin* Benth)

Nilam aceh merupakan tanaman yang memiliki aroma khas dan rendemen minyak daun keringnya tinggi yaitu 2,5-5 % dibandingkan jenis nilam lainnya. Nilam aceh dikenal pertama kali dan ditanam secara meluas hampir diseluruh wilayah Aceh.

2.5.2 Nilam Jawa (*Pogostemon heyneanus* Benth)

Nilam jawa disebut juga nilam hutan. Nilam jawa berasal dari India dan masuk ke Indonesia serta tumbuh liar pada hutan di wilayah pulau jawa. Memiliki kandungan minyak sekitar 0,5–1,5 %. Jenis daun dan rantingnya tidak memiliki bulu – bulu halus serta ujung daunnya agak meruncing.

2.5.3 Nilam Sabun (*Pogostemon hortensis* Bracker)

Tanaman nilam ini sering digunakan untuk mencuci pakaian terutama digunakan untuk mencuci kain batik. Jenis tanaman ini hanya memiliki kandungan minyak sekitar 0,5–1,5% minyak yang terdapat pada tanaman nilam sabun sangat sedikit dan kandungan minyak yang dimiliki tidak baik sehingga minyak dari jenis ini tidak banyak diminati.

2.6 Kesesuaian Iklim dan Lahan

Lahan dan iklim mempengaruhi produksi dan kualitas minyak nilam, terutama ketinggian dan ketersediaan air. Nilam dapat tumbuh didataran rendah hingga sedang (0 – 700 m dpl) kadar minyaknya lebih tinggi dibandingkan nilam yang tumbuh di dataran tinggi (>700m dpl). Karakter lahan, topografi, dan iklim yang berbebeda akan menyebabkan perbedaan sifat fisik dan kimia minyak nilam (Syafuddin, 2000).

Nilam dapat tumbuh pada dataran rendah sampai dataran tinggi mencapai 1.200 mdpl. Produksi nilam tinggi dan dapat tumbuh dengan baik pada ketinggian antara 50-400 m dpl (Nuryani, *et.al.*, 2005). Nilam dapat tumbuh di berbagai jenis tanah seperti andosol, latosol, regosol, podsolik, dan kambisol. Tetapi, nilam dapat tumbuh dengan baik pada tanah yang subur dan gembur, kaya humus, dan tidak tergenang seperti tanah jenis andosol atau latosol dengan kemiringan kurang dari 15° (Nuryani, 2006).

Kemasaman tanah atau pH tanah yang sesuai adalah antara 5,5-7 dan curah hujan yang dibutuhkan adalah 2.000-2.500 mm.tahun⁻¹ dengan penyebaran merata sepanjang tahun (Santoso, 1997). Iklim yang dikehendaki yaitu iklim sedang dengan suhu optimum berkisar antara 24-28°C dan kelembaban relatif antara 70-90% (Nuryani, 2006). Nilam sangat peka terhadap kekeringan, sehingga kemarau panjang setelah panen dapat menyebabkan kematian pada tanaman (Nuryani, 2007).

Provinsi Lampung berada pada garis bujur 105013'7,2'' BT dan garis lintang 05021'16,1'' LS dengan ketinggian tempat 200 m dpl. Suhu rata – rata di

Lampung ialah 26,20 C. Lampung memiliki empat bulan basah dan empat bulan kering berturut–berturut dengan rata–rata curah hujan tahunan 2038 mm. Menurut klasifikasi iklim Oldeman wilayah Lampung termasuk tipe D3. Lampung termasuk kategori daerah yang sesuai untuk tanaman Nilam karena sifat curah hujan musiman pada wilayah tersebut (Darmaputra, 2006).

Tabel 4. Kriteria kesesuaian tanah dan iklim

Parameter	Tingkat kesesuaian			
	Sangat sesuai	Sesuai	Kurang Sesuai	Tidak sesuai
1 Ketinggian (m dpl)	100-400	0 – 700	>700	>700
2 Jenis tanah	Andosol Latasol	Regosol Podsolik Kambisol	Lainnya	lainnya
3 Drainase	Baik	Baik	Agak baik	Terhambat Pasir
4 Tekstur	Lempung	Liat Berpasir	Lainnya	Lainnya
5 Kedalaman air (cm)	>100	75 – 100	50 – 75	<50
6 pH (keasaman)	5,5 – 7	5 – 5,5	4,5 – 5	<4,5
7 Curah hujan (mm)	2.300 – 3.000	1.750- 2.300	>3.500	>5000
8 Jumlah bulan basah (curah hujan > 200 mm/bulan)	10-11	9-10	<9	<8

2.7 Kondisi Lingkungan Penelitian

Nilam merupakan tanaman yang dapat tumbuh dengan baik pada ketinggian tempat 10 – 400 meter diatas permukaan laut. untuk curah hujan yg dikehendaki 2.000 – 3.000 mm.tahun⁻¹ sepanjang tahun. Tanaman nilam juga dapat tumbuh di daerah bercurah hujan rendah dengan pemberian naungan dan pemberian mulsa pada tanaman nilam.

2.7.1 Lingkungan penelitian Natar

Lahan penelitian yang bertempat di Kebun Kampus Praktik Budidaya Tanaman Perkebunan Kampus Politeknik Negeri Lampung Natar Lampung Selatan yang memiliki ketinggian tempat 200 m diatas permukaan laut. Memperllihatkan curah hujan dari bulan Juli sampai Desember 2020 pada Tabel 5.

2.7.2 lingkungan penelitian Raman Utara

Lahan penelitian yang bertempat di Desa Restu Rahayu Kabupaten Lampung Timur yang berada pada ketinggian ± 50-100 meter di atas permukaan dan memiliki curah hujan rata-rata 6000 mm.tahun⁻¹. Desa Restu Rahayu merupakan

daerah dataran rendah yang subur dengan suhu rata-rata 18-35 °C (suhu harian 29 °C). Jenis tanah di Wilayah Kabupaten Lampung Timur umumnya didominasi oleh tanah jenis podsolik merah kuning, podsolik kekuning-kuningan, latosol coklat kemerahan, latosol merah, hidromof kelabu, alluvial hidromof, regosol coklat kekuningan, alluvial coklat kelabu, dan latosol merah.

Tabel 5. Data curah hujan Raman Utara 2020

Tgl.	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
(mm)												
1	47,5	3	3,5	3,5	7	0	3	0	0	0	0	0
2	2	0	0	15	6,5	8	40	0	0	59,5	0	0
3	1	1,8	0,5	2,8	0	9,5	0	0	0	4,5	0,5	26
4	4,5	1	0	20,8	0	1,8	0	0	6,6	0	16	2
5	52,5	0	2	27	0	11,5	17	14,6	2,8	0	0,6	0
6	0	34,5	0	2,5	0	23,5	6,5	5,4	0	0	0	0
7	10,5	15	7	6	0	0	37,5	0	0	0	0	0
8	2	8,5	0	0	13,6	0	1,8	13,2	0	0	4,5	0
9	10	0	3	57	11,3	41,5	3,4	0	0,6	0	0	0
10	39,5	0	0	6,3	0	0	2,5	0	17,5	7,5	0	0
11	14	6	0	0	9,5	6,5	0	0	2	0,5	0	11
12	0	0	15,5	1,5	0	21	0	2,5	13	3	5,5	16,1
13	6	41	20,6	0	0	1	0	0	0	0	0	1,5
14	16	2	0	2	0	2,6	0,1	19,2	0	0	17,8	1,5
15	1	3	0	1,5	6,5	0	1	4,5	0	0	0	0
16	29	0	0	14,5	0	28,7	1	0	0	0	0	11,7
17	4,5	0	3	0	2,5	4,7	0	9,5	0	5,2	5,2	42,5
18	19,5	34	13	0	10,5	0	2,5	11,2	0	0	2	1,6
19	0,5	6	17	0,5	0	25,2	0	0	0	0	0	13,7
20	0	39,5	4,7	0	44,5	0	16	0	0	0,5	7	4,5
21	5,5	2	18,5	0	6	0	15,7	0	0	0	0	1,7
22	0	0	0	0	0	7	6	0	0	5	2	2,2
23	3,8	0	0	0	26	44	30	0	0	0	0	0
24	7	0	0	8,5	0	35	12	0	0	0	1	0
25	6	0	64,5	20,5	1	6,5	0	0	0	0,3	2	0
26	0	2,4	0	0	1	0	0	0	0	1,5	1,5	2,8
27	4	6,8	18	3	0	0	0	0	0	0	0	11,8
28	10,6	0	4	17	7,5	3,4	0	0	5	0	0	0
29	3	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	24	0	0,5	4,5	0	0	0	0	0,4	0	1	41,4
31	8,2	0	1,5	0	8	0	0	0	0	0	0	41

Tabel 6. Data curah hujan Natar 2020

Tgl.	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov
	(mm)										
1	1,2	7	0	7	0	10,7	40	0	0	45	0
2	5,1	0	16,2	13,7	0	5,8	0	0	0	8,4	0
3	38,5	0	0	43,3	0	20,3	18,6	0	3,9	0,9	0
4	14,6	0	0,6	1,2	15,2	8,9	24,1	32,2	1	0	0
5	0	21	0	22	0	0	0	6,7	0	0	3,2
6	0	0	0,8	2,5	0	0	18,2	0	0	0	0
7	3,2	1,3	0	27,6	49,3	5,7	0	0	0	0	0
8	0	0	1,8	6,2	0	5,3	0	0	0	0	0
9	1,3	0	0	14	0	0	0	0	15,4	5,2	0
10	16,5	0,7	0	22,3	7,9	1,5	5,9	0	1	0	0
11	0	16,7	13,2	0	0	11,5	0	2,9	0	0	0
12	14,6	1,0	8,6	6,8	2,6	0	0	0	0	0	0
13	5,2	7,1	0	0	0	3,2	15,2	27,1	0	0	0
14	43,8	0	0	24,4	0	0	11,6	12	0	0	0
15	0	0	9	2,5	0	2,8	0	0	0	0	2,4
16	13	0	0	0	24,7	14,7	5,3	22,6	0	0	3,7
17	7,6	14,8	2,4	0	2,6	0	0	0	0	0	20,5
18	1,6	14,1	9,9	1,4	30,8	8,7	0	13,4	0	0	14,5
19	0	8,4	10,7	0	0	0	2,5	0	8,4	19,5	1
20	36	0	13,7	0	2,3	0	4,1	0	19,3	0	0
21	0	0	0	0	0	17,3	0	0	2,6	0	60,1
22	9,3	0	0	0	49,3	45,5	2,9	0	0	0	4,7
23	5,3	0	0	4,3	0	2,3	0	3,5	0	0	45
24	24,3	0	85,6	2,4	6,6	0	8,8	0	0	16,5	9,1
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	5,8
26	0	0	30,4	18,5	0	1,6	0	0	8,5	14,5	0
27	46,6	0	5,6	37,4	48,3	29,6	0	0	1,4	0	1,6
28	14,8	7,1	0	41,3	0	0	0	5,3	0	0	0
29	24,8	2,4	0	2,4	11,2	0	0	0	0	0	5,2
30	19	0	10,6	0	57,7	9,9	0	0	0	0	0
31	5,3	0	3,2	0	8,3		0	0	0	0	0

2.8 Pemuliaan Tanaman Nilam

Pemuliaan tanaman ialah ilmu pengetahuan yang bertujuan untuk memperbaiki sifat tanaman, baik secara kualitatif maupun kuantitatif, dan menghasilkan varietas tanaman dengan sifat-sifat (morfologi, fisiologi, biokimia, dan agronomi) yang sesuai dengan sistem budidaya yang ada dari tujuan ekonomi yang diinginkan. Pemuliaan tanaman akan berhasil jika didalam populasi tersebut terdapat banyak variasi genetik. Variasi genetik diperoleh dari beberapa cara, yaitu koleksi, introduksi, hibridisasi, dan induksi mutasi (Cowder, 1986). Pemuliaan tanaman secara mutasi didapatkan dengan induksi iradiasi atau mutagen kimia, sedangkan secara konvensional dengan hibridisasi.

Pemuliaan tanaman secara mutasi adalah suatu proses perubahan secara mendadak pada materi genetik dari suatu sel yang mencakup perubahan pada tingkat gen, molekuler, atau kromosom. Salah satu metode yang efektif untuk meningkatkan keragaman tanaman ialah induksi mutasi (Wulan, 2007). Mutasi gen terjadi sebagai akibat perubahan dalam gen dan timbul secara spontan. Gen yang berubah disebut mutan.

Mutasi memiliki arti penting bagi pemuliaan tanaman, yaitu (1) Iradiasi yang memungkinkan untuk meningkatkan hanya satu karakter yang diinginkan, tanpa mengubah karakter yang lainnya, (2) tanaman secara umum diperbanyak secara vegetatif pada umumnya bersifat heterozigot yang dapat menimbulkan keragaman yang tinggi setelah dilakukannya iradiasi, (3) Iradiasi merupakan satu-satunya cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keragaman pada tanaman yang steril dan apomiksis (Melina, 2008). Mutasi juga dapat menghasilkan keragaman yang lebih cepat dibandingkan pemuliaan secara konvensional. Mutasi juga dapat menghasilkan keragaman yang tidak dapat diprediksi dan diduga. Sehingga sangat baik dalam perkembangan tanaman, khususnya Nilam. Pemuliaan dengan mutasi, selain mempunyai beberapa keunggulan juga memiliki beberapa kelemahan, dimana sifat yang diperoleh tidak dapat diprediksi dan ketidakstabilan sifat-sifat genetik yang muncul pada generasi berikutnya (Syukur, 2000).

Aplikasi induksi mutasi dengan mutagen fisik untuk pemuliaan tanaman dapat dilakukan melalui beberapa teknik, yaitu (a) iradiasi tunggal (*acute irradiation*), (b) *chronic irradiation*, (c) iradiasi terbagi (*fractionated irradiation*),

dan (d) iradiasi berulang (Misniar, 2008). Iradiasi tunggal adalah iradiasi yang dilakukan hanya dengan satu kali penembakan sekaligus. *Chronic irradiation* adalah iradiasi dengan penembakan dosis rendah, namun dilakukan secara terus – menerus selama beberapa bulan. Iradiasi terbagi adalah radiasi dengan penembakan yang seharusnya dilakukan hanya sekali. Namun dilakukan dua kali penembakan dengan dosis setengahnya sedangkan radiasi berulang adalah radiasi dengan memberikan penembakan secara berulang dalam jarak dan waktu yang tidak terlalu lama.