

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Peran air sebagai pelarut unsur hara di dalam tanah menyebabkan tanaman dapat dengan mudah mengambil hara tersebut sebagai bahan makanan melalui akar dan sekaligus mengangkut hara tersebut ke bagian-bagian tanaman yang memerlukan melalui pembuluh xilem. Air dalam tanah akan diserap oleh akar kemudian masuk ke dalam tanaman, selanjutnya air menuju ke daun untuk melakukan proses fotosintesis. Kekurangan air akan mengganggu aktifitas fisiologis maupun morfologis, sehingga mengakibatkan terhentinya pertumbuhan. Hal ini didukung oleh pernyataan Haryati (2003) bahwa defisiensi air yang terus menerus akan menyebabkan perubahan *irreversibel* (tidak dapat balik) dan pada gilirannya tanaman akan mati.

Kekeringan adalah situasi yang menurunkan potensi air tanaman dan turgor sejauh tanaman menghadapi kesulitan dalam melaksanakan fungsi-fungsi fisiologis (Seyed *et al.*, 2012). Kekurangan air pada tanaman yang diikuti berkurangnya air pada daerah perakaran berakibat pada aktivitas fisiologis tanaman. Mekanisme yang terjadi pada tanaman yang mengalami cekaman kekeringan adalah dengan mengembangkan mekanisme merespon terhadap kekeringan. Cekaman kekeringan mempengaruhi semua fase pertumbuhan tanaman, baik pertumbuhan vegetatif maupun pertumbuhan generatif, yang pada akhirnya akan mempengaruhi hasil tanaman. Cekaman kekeringan pada saat pertumbuhan vegetatif akan mempengaruhi ukuran dan intensitas *source* (daun dan akar). Cekaman kekeringan pada saat pertumbuhan generatif akan mempengaruhi intensitas dan durasi *source* serta ukuran dari *sink* (misalnya buah atau bagian lain yang dipanen). Ukuran, intensitas dan durasi *source* serta ukuran *sink* akan mempengaruhi asimilasi total, dan akhirnya mempengaruhi hasil tanaman (Haryati, 2003).

*Pyraclostrobin* ialah salah satu bahan aktif golongan strobirulin yang dapat memberikan efek toleran terhadap cekaman pada fase pertumbuhan tanaman seperti cekaman suhu dan air. Grossmann *et al.*, (1999) mengungkapkan salah satu efek dari *pyraclostrobin* bagi tanaman yaitu dapat meningkatkan toleransi

cekaman dan meningkatkan hasil produksi tanaman. Cara kerja *pyraclostrobin* untuk meningkatkan toleransi tanaman terhadap cekaman yaitu dengan menghambat biosintesa etilen pada jaringan tunas tanaman (Grossmann dan Retzlaff, 1997). Taiz dan Zeiger (1998) menyatakan bahwa dengan pengaplikasian *pyraclostrobin* dapat menunda pemasakan daun lebih awal dengan cara memperpanjang aktifitas fotosintesis dari jaringan tanaman dan meningkatkan efek toleran tanaman terhadap cekaman.

Sawi hijau ialah salah satu komoditi sayuran yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Umur panen yang relatif pendek sekitar 40-50 hari setelah tanam dapat memberikan percepatan hasil dan keuntungan bagi petani, disamping itu iklim tropis seperti di Indonesia dapat menunjang pertumbuhan tanaman sehingga menjadi faktor pertimbangan penting dalam budidaya sawi hijau. Kondisi iklim yang dikehendaki untuk pertumbuhan tanaman ini adalah daerah yang mempunyai suhu malam hari 15,6°C dan siang hari 21,1°C serta penyinaran matahari antara 10 - 13 jam perhari (Cahyono, 2003). Suhu udara yang tinggi lebih dari 21°C dapat menyebabkan sawi hijau tidak dapat tumbuh dengan baik. Artinya jika suhu semakin tinggi akan terjadi penguapan air dalam tanah sehingga dapat mengakibatkan stresss air pada tanaman tersebut. Penggunaan tanaman ini diharapkan dapat menjadi indikator yang responsif pada perlakuan *pyraclostrobin* terhadap stresss air, sehingga peneliti dapat mempelajari sejauh mana tanaman tersebut dapat bertahan menghadapi stresss air. Sampai saat ini penelitian tersebut masih belum pernah dilakukan. Penelitian ini perlu dilakukan agar hasil dapat digunakan sebagai pertimbangan oleh petani dan masyarakat dalam usaha budidaya tanaman sawi hijau untuk mendapatkan pertumbuhan dan hasil yang optimum.

## 1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mempelajari sejauh mana agensia *pyraclostrobin* dapat membantu tanaman menghadapi stresss air.

## 1.3 Hipotesis

Aplikasi *pyraclostrobin* dapat mengurangi stresss air pada Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.).



## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kekeringan (cekaman air) dan Fungsi Air pada Tanaman

Kekeringan adalah situasi yang menurunkan potensi air tanaman dan turgor sejauh tanaman menghadapi kesulitan dalam melaksanakan fungsi-fungsi fisiologis (Seyed *et al.*, 2012). Kekurangan air akan mengganggu aktifitas fisiologis maupun morfologis, sehingga mengakibatkan terhentinya pertumbuhan. Defisiensi air yang terus menerus akan menyebabkan perubahan *irreversibel* (tidak dapat balik) dan pada gilirannya tanaman akan mati (Haryati, 2003). Kekurangan air pada tanaman yang diikuti berkurangnya air pada daerah perakaran berakibat pada aktivitas fisiologis tanaman. Mekanisme yang terjadi pada tanaman yang mengalami cekaman kekeringan adalah dengan mengembangkan mekanisme merespon terhadap kekeringan. Cekaman kekeringan mempengaruhi semua fase pertumbuhan tanaman, baik pertumbuhan vegetatif maupun pertumbuhan generatif, yang pada akhirnya akan mempengaruhi hasil tanaman.

Cekaman kekeringan pada saat pertumbuhan vegetatif akan mempengaruhi ukuran dan intensitas *source* (daun dan akar). Cekaman kekeringan pada saat pertumbuhan generatif akan mempengaruhi intensitas dan durasi *source* serta ukuran dari *sink* (misalnya buah atau bagian lain yang dipanen). Ukuran, intensitas dan durasi *source* serta ukuran *sink* akan mempengaruhi asimilasi total, dan akhirnya mempengaruhi hasil tanaman (Haryati, 2003). Stresss Air mengakibatkan penutupan stomata dan penurunan tingkat aliran transpirasi, penurunan potensi air di dalam jaringan tanaman, penurunan fotosintesis dan penghambatan pertumbuhan, akumulasi asam absisat (ABA), prolin, mannitol, sorbitol, mencari pembentukan senyawa radikal (ascorbate, glutathione,  $\alpha$ -tocopherol etc.), dan sintesis protein baru dan mRNAs. Transpirasi dalam suatu catatan bahwa penutupan stomata merupakan penyebab utama penurunan transpirasi sebagai berkembangnya stress air (Yordanov, 2003). Transpirasi merupakan peristiwa keluarnya air dalam bentuk uap melalui permukaan tumbuhan terutama bagian stomata. Pengendalian stomata hanya merupakan sebagian dari resistensi total, penutupan akan bervariasi yang berlaku bersama

besarnya resistensi stomata ( $r_s$ ) relatif terhadap batas lapisan resistensi ( $r_a$ ) dan resistensi kutikula ( $r_c$ ) (Hsiao, 2009).

Stomata adalah suatu celah pada epidermis yang dibatasi oleh dua sel penutup yang berisi kloroplas dan mempunyai bentuk serta fungsi yang berlainan dengan epidermis. Mekanisme stomata respon membuka dan penutupan stomata hasil dari perbedaan turgor antara sel penjaga dan anak perusahaan sekitarnya atau epidermis sel (Glover dalam Hsiao, 2009). Zat terlarut utama terakumulasi dalam cahaya dengan sel penjaga terkemuka untuk turgor penumpukan dan membuka ditunjukkan dalam beberapa tahun terakhir menjadi kalium. Sebaliknya, penutupan dalam gelap disebabkan oleh hilangnya kalium dari sel penjaga (Humble dalam Hsiao, 2009). Interaksi stomata dengan faktor lingkungan seperti cahaya dan  $CO_2$  yang kompleks dan tampaknya dimediasi oleh beberapa proses yang mendasari, jumlah totalnya adalah keuntungan atau rugi bersih penjaga sel kalium dan turgor dengan konsekuensi gerakan stomata (Meidner *et al.*, dalam Hsiao, 2009). Sebuah konsep yang dipegang secara luas adalah bahwa defisit air, dengan mengurangi turgor daun, yang akan langsung mengurangi pembukaan stomata semenjak bergantung dari pembukaan turgor (Stalfelt dalam Hsiao, 2009).

Peran turgor dan sensitivitas ke stress tekanan turgor telah lama dianggap penting dalam ekspansi sel, menyediakan dorongan atau tekanan dari dalam yang diperlukan. Pentingnya penyerapan air dan hasil turgor sebagai kekuatan fisik yang diperlukan untuk pertumbuhan sel telah pada waktu yang nyaris terabaikan atau diabaikan (Vadiva *et al.*, dalam Hsiao, 2009). Sekarang jelas bahwa di banyak spesies ekspansi sel merupakan salah satu tanaman proses paling sensitif terhadap cekaman air. Selain kepekaan menonjol terhadap perkembangan stress air dan peran sentral diterima turgor dalam pembesaran sel, beberapa baris pembuktian yang dikutip sebagai indikasi tertentu bahwa stress air langsung dan fisik mengurangi pertumbuhan dengan mengurangi sel turgor. Peran turgor adalah untuk memberikan tekanan sel yang diperlukan untuk pertumbuhan, meningkatkan tekanan balik dari tanah harus setara dengan mengurangi akar dengan jumlah yang sama dalam menyebabkan pengurangan pertumbuhan (Hsiao, 2009).



Penelitian tentang perubahan hormonal dari stress air telah lama dilakukan sebuah tinjauan terbaru yang juga termasuk beberapa hipotesis spekulatif pada interaksi antara hormon dan kontrol neraca air tanaman (Hsiao, 2009). Pembahasan di sini adalah terutama pada sitokinin, ABA, dan etilen dan absisi (Hsiao, 2009). Etilen dikenal sebagai hormon mediator utama untuk pemasakan daun tanaman dan reaksi tanaman terhadap stress/cekaman (Taiz dan Zeiger, 1998). Stress yang terjadi pada etilen akan menyebabkan pemasakan daun dan biji lebih awal, dimana kondisi tersebut dapat menurunkan produksi asimilat dan periode pengisian biji (Abeles *et al.*, 1992). Etilen dapat diproduksi di hampir semua bagian dari jaringan tanaman, meskipun tingkat produksi tergantung pada jenis jaringan dan tahap pembangunan. Biasanya, daerah meristematik dan daerah nodal adalah paling aktif di produksi etilen. Namun, kenaikan produksi etilen selama absisi daun bunga dan pematangan buah. Setiap jenis luka dapat menginduksi biosintesis etilen, termasuk stress fisiologis yang disebabkan oleh banjir, pendinginan, penyakit, suhu atau stress air (Taiz dan Zeiger, 1998 dalam Venancio *et al.*, 2003). Etilen juga diakui sebagai mediator hormon utama penuaan tanaman dalam reaksi stress.

Air mutlak dibutuhkan makhluk hidup termasuk tanaman, fungsi air bagi pertumbuhan tanaman yaitu sebagai media atau pelarut unsur hara dan transportasi dari tanah ke tanaman, dari sel ke sel, jaringan ke jaringan dan organ ke organ lain (Syekhfani, 2010). Air yang dapat digunakan oleh tanaman ialah yang berada antara kapasitas lapang dan titik layu permanen yang disebut air tersedia (*Available Water*). Kapasitas lapang (*Field Capacity*) ialah keadaan tanah yang cukup lembab yang menunjukkan jumlah air terbanyak yang dapat ditahan oleh tanah. Sedangkan titik layu permanen (*Permanent Wilting Point*) ialah kondisi air tanah yang tidak dapat digunakan lagi oleh tanaman, hal ini ditandai dengan layu tanaman terus-menerus (Islami dan Wani, 1995). Selama siklus hidup tanaman mulai dari perkecambahan sampai panen selalu membutuhkan air, tidak satupun proses kehidupan tanaman yang dapat bebas dari air. Besarnya kebutuhan air pada setiap fase pertumbuhan selama siklus hidupnya tidak sama yang berhubungan langsung dengan proses fisiologis, morfologis dan biokimia yang

sesuai dengan lingkungannya (Jumin, 1992). Pemberian air pada tanaman perlu diperhatikan kebutuhan air tanaman dan juga setiap tahap pertumbuhan tanaman. Umumnya tanaman banyak membutuhkan air pada awal pertumbuhan (fase vegetatif dominan), pada saat menjelang berbunga, air perlu dikurangi. Jumlah air yang diberikan sebaiknya teratur sehingga fluktuasi jumlah air total tidak terlalu besar. Selain itu dalam pemberian air, perlu dijaga agar permukaan tanah tidak padat (terutama pada tanah yang bertekstur halus), sebab dapat mengurangi infiltrasi air dan udara (Harjadi dalam Setyorini, 2002).

Pemberian air dalam jumlah tertentu akan memenuhi kekurangan air pada kapasitas lapang sampai kedalaman tanah tertentu, sedangkan kelebihan jumlah air kapasitas lapang maka air tidak dapat menembus tanah. Pernyataan tersebut ialah dasar untuk menghitung jumlah penyiraman pada waktu tertentu yang didasarkan pada kekurangan air kapasitas lapang pada kedalaman tanah tertentu agar menjadi basah (Hillel dalam Setyorini, 2002). Rukmana (1994), menjelaskan bahwa penyiraman pada tanaman sawi dan selada di lahan dilakukan setiap hari, dengan frekuensi penyiraman satu sampai dua kali sehari terutama jika permukaan tanah kering. Umumnya hal ini dilakukan petani tanpa melihat daya tahan tanah memegang air (kapasitas lapang) dan kebutuhan air tanaman, sehingga efisiensi penyiraman rendah. Produksi tanaman dapat optimal apabila jumlah air yang dibutuhkan dapat tercukupi selama masa pertumbuhan. Jumlah air yang cukup memenuhi untuk pertumbuhan tanaman sering juga disebut sebagai kebutuhan air tanaman (Santosa dalam Watugunung, 2007). Tanaman sawi membutuhkan air  $\pm$  0,275 liter tiap penyiraman (Idrus dan Maulana, 2008). Kebutuhan air setiap tanaman berbeda-beda, hal ini dipengaruhi oleh kondisi tanah, iklim tempat tumbuh tanaman dan lamanya periode pertumbuhan.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Setyorini (2002), menunjukkan hasil bahwa perlakuan interval penyiraman empat hari sekali menunjukkan hasil yang baik pada tanaman Pak Choy. Hasil tersebut terlihat dari hasil perhitungan luas daun, bobot kering total, bobot kering bagian atas tanaman serta bobot segar panen yang mempunyai nilai lebih tinggi dibandingkan perlakuan interval penyiraman dua hari sekali. Selain itu, bila ditinjau dari efisiensi waktu dan



pekerja interval penyiraman empat hari sekali lebih efisien. Hasil penelitian yang dilakukan Sulakhudin *et al.*, (2008), menunjukkan bahwa perlakuan penyiraman air sebanyak 20 liter/petak pada tanaman selada kriting (*Lactuca sativa* L.) memberikan pertumbuhan dan hasil yang tinggi. Ini ditunjukkan dari rata-rata berat segar per tanaman adalah 33,91 g/tan. Sedangkan hasil per hektar diperoleh angka 6,46 t/ha.

## 2.2 Pengaruh aplikasi *Pyraclostrobin* pada Tanaman

*Pyraclostrobin* ialah salah satu bahan aktif dalam fungisida dari golongan strobirulin yang dapat memberikan efek toleran terhadap cekaman pada fase pertumbuhan tanaman seperti cekaman suhu, air dan kekeringan. *Pyraclostrobin* atau dengan nama kimia (carbamicacid, [2-[1-(4-chlorophenyl)-1H-pyrazol-5-yl]oxy)methyl]phenyl]methoxy-methylester) diketahui dapat menghambat biosintesa etilen dengan cara memperlambat aktivitas sintesa asam 1-aminocyclopropane-1-carboxylic (AAC) pada jaringan tunas tanaman (Grossmann dan Retzlaff, 1997). Etilen dikenal sebagai hormon mediator utama untuk pemasakan daun tanaman dan reaksi tanaman terhadap stress/cekaman (Taiz dan Zeiger, 1998). Stress yang terjadi pada etilen akan menyebabkan pemasakan daun dan biji lebih awal, dimana kondisi tersebut dapat menurunkan produksi asimilat dan periode pengisian biji (Abeles *et al.*, 1992).

Etilen dapat diproduksi di hampir semua bagian dari jaringan tanaman, meskipun tingkat produksi tergantung pada jenis jaringan dan tahap pembangunan. Biasanya, daerah meristematik dan daerah nodal adalah paling aktif di produksi etilen. Namun, kenaikan produksi etilen selama absisi daun bunga dan pematangan buah. Setiap jenis luka dapat menginduksi biosintesis etilen, termasuk stress fisiologis yang disebabkan oleh banjir, pendinginan, penyakit, suhu atau stress air (Taiz dan Zeiger dalam Venancio *et al.*, 2003). Etilen juga diakui sebagai mediator hormon utama penuaan tanaman dalam reaksi stress.

Tanaman secara umum memiliki naluri untuk meneruskan masa pertumbuhan vegetatif ke generatif di dalam segala kondisi, cekaman air juga merupakan penyebab masa pematangan dini akibat tanaman yang stress dan etilen mempercepat masa tersebut. *Pyraclostrobin* memperpanjang masa vegetatif

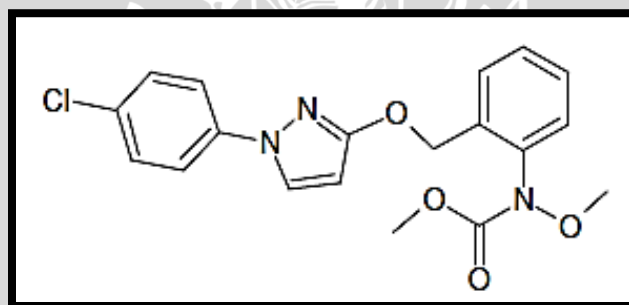
dengan cara menghalangi terbentuknya etilen agar dapat menunda masa generatif tanaman akibat stresss air (cekaman air). Taiz dan Zeiger (1998) menyatakan bahwa dengan pengaplikasian *pyraclostrobin* dapat menunda pemasakan daun lebih awal dengan cara memperpanjang aktifitas fotosintesis dari jaringan tanaman dan meningkatkan efek toleran tanaman terhadap cekaman. Grossmann *et al.*, (1999) menyatakan bahwa salah satu efek dari *pyraclostrobin* bagi tanaman yaitu dapat meningkatkan toleransi stresss dan meningkatkan hasil produksi tanaman. Efek lain pengaplikasian *pyraclostrobin* pada tanaman yaitu dapat menghambat respirasi pada mitokondria dengan menghambat transfer elektron dalam rantai respirasi dan meningkatkan efek toleran tanaman terhadap cekaman (Grossmann *et al.*, 1999). Penghambatan respirasi pada mitokondria akan menyebabkan proses biokimia penting dari sel akan terganggu dan hasilnya dapat menghentikan pertumbuhan jamur. Tanaman yang tidak terinfeksi jamur, penghambatan respirasi pada mitokondria dapat meningkatkan toleransi tanaman terhadap cekaman dan meningkatkan proses fisiologis tanaman. Penghambatan respirasi pada mitokondria oleh *pyraclostrobin* akan berdampak antara lain:

- 1) Lebih tersedianya karbondioksida (CO<sub>2</sub>) pada tanaman yang digunakan untuk pertumbuhannya.
- 2) Meningkatkan aktivitas *Nitrat Reductase* (NR). *Nitrate reductase* ialah enzim yang digunakan untuk pembentukan nitrogen pada tanaman. Beberapa manfaat lain dari peningkatan aktivitas *Nitrat Reductase* yaitu dapat meningkatkan mekanisme pertahanan tanaman. Mekanisme pertahanan tersebut penting agar tanaman dapat bertahan terhadap serangan penyakit jamur, bakteri dan virus.
- 3) Meningkatkan aktivitas dari beberapa enzim seperti *superoxide dismutase* dan *peroxidase*. Peningkatan aktivitas enzim tersebut dapat meningkatkan toleransi tanaman terhadap cekaman yang di timbulkan oleh lingkungan seperti: *physiological leaf spot*, kerusakan ozon, cekaman suhu.

*Pyraclostrobin* ialah salah satu bahan aktif dalam fungisida dari golongan strobirulin. *Pyraclostrobin* memiliki sifat preventif dan kuratif terhadap sejumlah penyakit. Fungisida golongan *strobilurin* bertindak dengan terus menghambat



respon mitokondria dengan memblokir transfer elektron dalam rantai respirasi (Bartholomaeus, 2003). Menurut cara kerjanya, kelompok *strobirulin* termasuk fungisida sistemik lokal yang diabsorpsi oleh jaringan tanaman, tetapi tidak ditransformasikan ke bagian tanaman lainnya. *Mode of action* fungisida tersebut bekerja pada mitokondria sel jamur target dengan cara menghambat transfer elektron antara sitokinin b dan sitokinin c<sub>1</sub> sehingga mengganggu pembentukan ATP (Djojsumarto, 2008). Peningkatan serapan nitrat dan asimilasi menyusul penerapan strobilurin fungisida akan membenarkan pupuk tambahan pada saat aplikasi. Mengidentifikasi sumber pupuk yang sinergis meningkatkan hasil dengan fungisida pengobatan akan memberikan kesempatan untuk mengelola penyakit, mengurangi biaya aplikasi, dan memberi pupuk tambahan ketika permintaan tanaman yang terbesar (Kuswanto dan Wicaksono, 2011).



Gambar 1. Struktur Kimia *pyraclostrobin* (Declercq, 2004)

*Pyraclostrobin* memiliki rumus senyawa C<sub>19</sub>H<sub>18</sub>ClN<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (Declercq, 2004), dari struktur kimia Gambar 1. dan rumus senyawa tersebut, *pyraclostrobin* mengandung senyawa yang diperlukan tanaman untuk meningkatkan pertumbuhan dan proses fotosintesis. Senyawa tersebut ialah nitrogen dan klor. Nitrogen ialah komponen penting dari asam amino, asam nukleat, nuklotida dan klorofil. Menurut Lakitan (1993) dalam jaringan tanaman nitrogen ialah komponen penyusun dari banyak senyawa esensial bagi tumbuhan, misalnya asam-asam amino. Zat ini memacu pertumbuhan (meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah anakan), meningkatkan luas daun dan meningkatkan kandungan protein. Peran utama nitrogen bagi tanaman ialah untuk merangsang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan, khususnya batang, cabang dan daun. Konsentrasi

nitrogen di daun berhubungan erat dengan laju fotosintesis dan produk biomassa, jika nitrogen diaplikasikan cukup ke tanaman, maka kebutuhan unsur makro lain seperti kalium dan fosfor meningkat. Fungsi penting dari unsur klor ialah menstimulasi pemecahan molekul air pada fase terang fotosintesis. Selain itu, klor juga dilaporkan esensial untuk proses pembelahan sel.

Conrath *et al.*, (2004) menyatakan bahwa dalam beberapa penelitian menunjukkan *pyraclostrobin* sangat penting dalam merangsang oksida nitrat, bagian penting dalam tanaman, meningkatkan serapan nitrat dan asimilasi. Penerapan fungisida strobilurin yang di dalamnya ada bahan kimia *pyraclostrobin* akan membantu pupuk tambahan pada saat aplikasi. Mengidentifikasi sumber pupuk yang sinergis meningkatkan hasil dengan fungisida pengobatan akan memberikan kesempatan untuk mengelola penyakit, mengurangi biaya aplikasi, dan memberi pupuk tambahan ketika permintaan tanaman dalam kondisi maksimum (Kuswanto dan Wicaksono, 2011).

### 2.3 Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)

Sawi hijau ialah salah satu komoditi sayuran yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Umur panen yang relatif pendek sekitar 40-50 hari setelah tanam membuat komoditi ini memberikan percepatan hasil dan keuntungan bagi petani, disamping itu kecocokan iklim tropis di Indonesia menjadi faktor pertimbangan penting dalam budidaya sawi hijau. Sawi hijau tergolong tanaman yang tahan terhadap curah hujan, sehingga penanaman pada musim hujan masih bisa memberikan hasil yang cukup baik. Curah hujan yang sesuai untuk pembudidayaan sawi hijau adalah 1000-1500 mm/tahun. Akan tetapi sawi yang tidak tahan terhadap air yang menggenang (Cahyono, 2003). Tanaman sawi hijau dapat tumbuh baik di tempat yang berhawa panas maupun berhawa dingin, sehingga dapat diusahakan didaerah dataran tinggi maupun dataran rendah. Tanaman sawi akan lebih baik apabila ditanam di dataran tinggi. Ketinggian yang ideal dimulai dari 5 m sampai dengan 1.200 m dpl, namun biasanya tanaman ini dibudidayakan pada daerah yang ketinggiannya antara 100 m sampai 500 m dpl. Curah hujan yang cukup sepanjang tahun dapat mendukung kelangsungan hidup tanaman karena ketersediaan air tanah yang mencukupi. Sawi hijau tergolong



tanaman yang tahan terhadap curah hujan, sehingga penanaman pada musim hujan masih bisa memberikan hasil yang cukup baik.

Sayuran ini dikenal sebagai tanaman daerah iklim sedang (sub-tropis) tetapi saat ini berkembang pesat di daerah panas (tropis). Kondisi iklim yang dikehendaki untuk pertumbuhan tanaman ini adalah daerah yang mempunyai suhu malam hari  $15,6^{\circ}\text{C}$  dan siang hari  $21,1^{\circ}\text{C}$  serta penyinaran matahari antara 10-13 jam perhari. Suhu udara yang tinggi lebih dari  $21^{\circ}\text{C}$  dapat menyebabkan sawi hijau tidak dapat tumbuh dengan baik (tumbuh tidak sempurna). Karena suhu udara yang tinggi lebih dari batasan maksimal yang dikehendaki tanaman, dapat menyebabkan proses fotosintesis tanaman tidak berjalan sempurna atau bahkan terhenti sehingga produksi pati (karbohidrat) juga terhenti, sedangkan proses pernapasan (respirasi) meningkat lebih besar. Akibatnya produksi pati hasil fotosintesis lebih banyak digunakan untuk energi pernapasan dari pada untuk pertumbuhan tanaman sehingga tanaman tidak mampu untuk tumbuh dengan sempurna. Dengan demikian pada suhu udara yang tinggi sawi hijau pertumbuhannya tidak subur, tanaman kurus, dan produksinya rendah, serta kualitas daun juga rendah (Cahyono, 2003).

Kelembaban udara yang sesuai untuk pertumbuhan sawi hijau yang optimal berkisar antara 80%-90%. Kelembaban udara yang tinggi lebih dari 90% berpengaruh buruk terhadap pertumbuhan tanaman, menyebabkan mulut daun (stomata) tertutup sehingga penyerapan gas karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) terganggu. Kadar gas  $\text{CO}_2$  tidak dapat masuk kedalam daun, sehingga kadar gas  $\text{CO}_2$  yang diperlukan tanaman untuk fotosintesis tidak memadai. Akhirnya proses fotosintesis tidak berjalan dengan baik sehingga semua proses pertumbuhan pada tanaman menurun (Cahyono, 2003). Salah satu proses terpenting dalam proses pertumbuhan tanaman adalah fotosintesis, dalam proses ini karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) di dalam sel klorofil bereaksi dengan bantuan matahari untuk memproduksi gula. Gula yang terbentuk dapat digunakan oleh tanaman untuk memproduksi energi melalui proses respirasi (pernapasan). Sumber energi (gula) tersebut juga berfungsi untuk membentuk sel baru (proses asimilasi) atau dapat diubah menjadi pati, lemak, dan protein sebagai cadangan makanan yang akan

disimpan di akar, daun, buah dan biji. Proses fotosintesis dalam pertumbuhan tanaman dapat lebih efisien dengan cara memperbaiki Kelembaban tanah (menurunkan tingkat stress akibat cekaman air), meningkatkan penyerapan CO<sub>2</sub> dan menyediakan nutrisi yang diperlukan dalam proporsi yang benar dan tepat (Novizan, 2007).

Nutrisi tanaman merupakan salah satu faktor penting yang berperan pada proses metabolisme tanaman, dimana tanah menyediakan nutrisi tersebut berupa unsur hara esensial. Unsur hara esensial sendiri ialah senyawa kimia yang dibutuhkan tanaman dan tidak dapat tergantikan perannya, kebutuhan tersebut didapat dari tanah ataupun dari masukan dari pupuk organik maupun anorganik yang diaplikasikan pada tanaman. Susila (2006) mengungkapkan pemupukan dianjurkan untuk tanaman sawi hijau adalah Urea 187 kg/ha , SP-36 311 kg/ha dan KCl 112 kg/ha dilakukan pada saat tanaman berumur 1 mst. Efisiensi pemupukan tanaman dapat mengoptimalkan hasil produksi tanaman.

Sawi hijau merupakan tanaman semusim, berbatang pendek hingga hampir tidak terlihat. Daun Caisim berbentuk bulat panjang serta berbulu halus dan tajam, urat daun utama lebar dan berwarna putih. Daun caisim ketika masak bersifat lunak, sedangkan yang mentah rasanya agak pedas. Kemunculan daun tanaman ini ketika berumur  $\pm 7$  hst, kemudian pada saat berumur  $\pm 14$  hst muncul 3-4 daun sejati pada sawi hijau dan sudah dapat dipindah ke media yang lebih besar. Pasca transplanting tanaman mendapatkan perawatan intens sehingga tanaman dapat tumbuh dengan optimal. Pola pertumbuhan daun mirip tanaman kubis, daun yang muncul terlebih dahulu menutup daun yang tumbuh kemudian hingga membentuk krop bulat panjang yang berwarna putih. Susunan dan warna bunga seperti kubis (Sunarjono, 2004). Manfaat tanaman caisim/sawi adalah daunnya dapat digunakan sebagai sayur dan bijinya dimanfaatkan sebagai minyak serta pelezat makanan. Tanaman caisim/sawi banyak disukai karena rasanya serta kandungan beberapa vitaminnya. Daun tanaman ini setiap 100 g terkandung 6460 IU Vitamin A, 1... mg Vit B, 0,09 mg Vit C, 220 mg kalsium dan kalium (Arief, 1990).



### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan dalam rumah plastik pada bulan September sampai dengan Oktober 2013 di Kebun Percobaan Jatikerto Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang dengan ketinggian  $\pm 303$  m dpl dengan media tanah pada suhu rata-rata 28°C.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sekop, hand sprayer, penggaris, jangka sorong, timbangan analitik, *Leaf Area Meter* (LAM), *klorofil meter* (SPAD), oven, gelas ukur dan bahan yang digunakan polibag, *pyraclostrobin*, tanah, benih sawi hijau, pupuk Urea, SP-36, KCl dan pestisida hayati.

#### 3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial. Faktor Pertama ialah pemberian konsentrasi *pyraclostrobin* (P) yaitu :

P<sub>0</sub> : Tanpa *Pyraclostrobin*

P<sub>1</sub> : *Pyraclostrobin* dengan konsentrasi 0,25 ppm

P<sub>2</sub> : *Pyraclostrobin* dengan konsentrasi 0,50 ppm

P<sub>3</sub> : *Pyraclostrobin* dengan konsentrasi 1,00 ppm

Sedangkan faktor Kedua ialah pemberian dosis air (A) dengan 3 taraf, yaitu :

A<sub>1</sub> : ¼ kapasitas lapang

A<sub>2</sub> : ½ kapasitas lapang

A<sub>3</sub> : kapasitas lapang

Dari uraian tersebut diperoleh 12 kombinasi perlakuan dan setiap perlakuan diulang 3 kali sehingga didapatkan 36 unit percobaan. Setiap unit percobaan terdiri dari 9 polibag (tiap polibag berisi 1 tanaman), dimana 1 polibag

untuk non-destruktif, 5 polibag untuk pengamatan destruktif, 2 polibag untuk panen (satu polibag dari pengamatan non-destruktif), serta 2 polibag untuk cadangan apabila tanaman mengalami kematian akibat serangan organisme pengganggu tanaman (OPT), sehingga total tanaman adalah 324 buah polibag. Adapun kombinasi perlakuan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kombinasi Perlakuan

Perlakuan	Cekaman Air		
	¼ kapasitas lapang (A <sub>1</sub> )	½ kapasitas lapang (A <sub>2</sub> )	kapasitas lapang (A <sub>3</sub> )
Tanpa <i>Pyraclostrobin</i> (P <sub>0</sub> )	P <sub>0</sub> A <sub>1</sub>	P <sub>0</sub> A <sub>2</sub>	P <sub>0</sub> A <sub>3</sub>
<i>Pyraclostrobin</i> 0,25 ppm (P <sub>1</sub> )	P <sub>1</sub> A <sub>1</sub>	P <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	P <sub>1</sub> A <sub>3</sub>
<i>Pyraclostrobin</i> 0,50 ppm (P <sub>2</sub> )	P <sub>2</sub> A <sub>1</sub>	P <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> A <sub>3</sub>
<i>Pyraclostrobin</i> 1 ppm (P <sub>3</sub> )	P <sub>3</sub> A <sub>1</sub>	P <sub>3</sub> A <sub>2</sub>	P <sub>3</sub> A <sub>3</sub>

### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.4.1 Persiapan Media dan Ruang Tumbuh

Penelitian ini merupakan percobaan dengan menggunakan polibag. Media yang digunakan adalah tanah. Tanah dikeringkan (kering anginkan) selama  $\pm$  7 hari. Tanah dihancurkan dan diayak kemudian dimasukkan ke dalam polibag dan masing-masing polibag diisi tanah seberat 5 kg. Selanjutnya polibag yang telah berisi media ditempatkan sesuai dengan denah lahan penelitian (Lampiran 2).



### 3.4.2 Penyemaian

Bahan tanam yang digunakan dalam penelitian ini ialah benih sawi hijau. Media tanam yang digunakan untuk penyemaian adalah tanah. Penyemaian dengan cara benih ditaburkan pada *tray* yang sebelumnya diberi tanah selama  $\pm 7$  hst. Untuk menjaga kelembaban, benih yang sudah ditanam ditutup tipis dengan tanah. Penyiraman dilakukan sampai tanah terlihat lembab. Penyiraman untuk sawi hijau sendiri dibagi menjadi 2 tahap yaitu sebelum dan sesudah transplanting. Tahap sebelum transplanting (0 - 13 hst) tanaman hanya disiram secukupnya sesuai dengan kebutuhan, penyemprotan fase ini dilakukan dengan cara menyemprotkan air menggunakan *sprayer* ke media tanam (*tray*).

### 3.4.3 Penanaman

Bibit dipindahkan dari tempat persemaian ke media tanam baru setelah berumur  $\pm 14$  hst, setelah transplanting umur tanaman terhitung 1 hst. Bibit yang siap untuk ditransplanting memiliki ciri sudah memiliki 2 helai daun. Bibit ditanam pada media yang telah disiapkan, setiap polibag ditanami 3 bibit dengan kedalaman  $\pm 0,5$  cm. Bibit tersebut akan dijarangkan dan ditinggalkan satu bibit pada umur  $\pm 4$  hst. Bibit yang siap untuk ditransplanting memiliki ciri sudah memiliki 2 helai daun .

### 3.4.4 Perlakuan

#### 1. Dosis *Pyraclostrobin*

Pemberian dosis *pyraclostrobin* yang diaplikasikan pada 324 tanaman sawi hijau dibagi menjadi tiga taraf yaitu  $P_1 = 0, 25 \text{ ml.tanaman}^{-1}$ ,  $P_2 = 0, 50 \text{ ml.tanaman}^{-1}$ , dan  $P_3 = 1,00 \text{ ml.tanaman}^{-1}$ . Pengaplikasian dengan cara memasukan larutan *pyraclostrobin* sesuai dengan taraf perlakuan ke dalam *sprayer* yang sebelumnya diisi 1000 ml air kemudian disemprotkan ke seluruh tanaman, jika larutan tersebut kurang lakukan dengan cara yang sama sampai seluruh tanaman mendapat perlakuan. Pengaplikasian *pyraclostrobin* dilakukan sebanyak dua kali yaitu pada umur 2 hst dan 9 hst.

#### 2. Dosis Air

Pemberian dosis air pada tanaman yang diberikan pada tanaman umur 2 hst dan dibagi tiga taraf A1 :  $\frac{1}{4}$  kapasitas lapang (266,25 ml), A2 :  $\frac{1}{2}$  kapasitas

lapang (532,50 ml) dan A3 : kapasitas lapang (1065,00 ml). Sebelum diperlakukan pemberian air, tanah yang berada dipolibag dilubangi sebanyak 3 lubang yang dimaksudkan agar penyerapan air bisa langsung ke akar tanaman sehingga dapat menjaga taraf cekaman yang diberikan kepada tanaman. Kemudian penyiraman dilakukan 2 kali yaitu pagi dan sore. Misal pada penyiraman kapasitas lapang sebanyak 1065,00 ml diberikan pagi dan sore. Sebanyak 532,50 ml disiramkan pada pagi hari dan 532,50 ml disiramkan pada sore hari, untuk menjaga agar memperoleh dosis air yang sesuai maka dilakukan pengukuran dengan cara mengambil sampel dari plot kemudian ditimbang sehingga mendapatkan hasil yang diinginkan. Pemberian dosis berikutnya berselang tiga hari, cara pemberian dosis dilakukan dengan menuangkan sejumlah air (sesuai dengan perlakuan) secara perlahan pada tiap-tiap media/polibag yang dimaksud.

#### **3.4.5 Penjarangan**

Penjarangan tanaman sawi hijau dilakukan pada saat tanaman berumur 7 hst. Penjarangan ialah menghilangkan tanaman yang tumbuh tidak baik dengan cara dicabut secara hati-hati agar tidak merusak akar tanaman yang lain. Pemilihan tanaman dilakukan dengan mengambil satu tanaman terbaik yang sehat dan pertumbuhannya baik.

#### **3.4.6 Pemeliharaan**

##### **1. Penyiangan**

Penyiangan dilakukan setiap saat jika dijumpai gulma (rumput liar) tumbuh disekitar tanaman pada polibag. Cara penyiangan dilakukan dengan mencabut gulma secara manual dan dilakukan secara hati-hati agar tidak merusak perakaran tanaman.

##### **2. Pemupukan**

Pemupukan dasar menggunakan pupuk Urea, SP-36 dan KCl dilakukan pada saat tanaman berumur 2 hst. Pupuk urea diberikan sebanyak  $1,7 \text{ g.tanaman}^{-1}$ , pupuk SP-36 diberikan sebanyak  $2,8 \text{ g.tanaman}^{-1}$  dan KCl diberikan sebanyak  $1,0 \text{ g.tanaman}^{-1}$ . Pupuk diberikan dengan cara melubangi (ditugal menggunakan kayu) tanah di sisi tanaman kemudian ditutup kembali menggunakan tanah.



Pemberian urea tidak dapat dicampur dengan SP-36 dan KCl, karena sifat urea yang mudah menguap.

### 3. Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman

Pengendalian hama dan penyakit tanaman dilakukan secara mekanik yaitu dengan jalan membuang bagian tanaman yang terserang atau apabila terjadi serangan maka dilakukan pengendalian dengan menggunakan pestisida hayati. Biopestisida yang digunakan adalah *Beuveria bassiana*, untuk cara pengaplikasian yaitu dengan melarutkan 1 mg.tanaman<sup>-1</sup> *B. bassiana* dengan air sebanyak 1.000 ml ke dalam *sprayer* kemudian semprotkan pada tanaman yang Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). Pengaplikasian *B. bassiana* dilakukan sebanyak 2 kali yaitu pada umur tanaman 1 hst dan 26 hst. OPT yang sering menyerang tanaman sawi hijau Aphid, *Spodoptera litura*, *Spodoptera Exigua* dan *Oxiya Chinensis*.

#### 3.4.7 Pemanenan

Pemanenan dilakukan pada saat pertumbuhan tanaman masih dalam fase vegetatif, yaitu pada saat ada indikasi akan muncul bunga. Pemanenan dilakukan pada saat tanaman telah berumur  $\pm$  28 hst. Pemanenan dilakukan dengan cara mencabut seluruh bagian tanaman dan akar tanaman dibersihkan dari sisa-sisa tanah.

#### 3.5 Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan yaitu meliputi pengamatan pertumbuhan dan panen. Pengamatan pertumbuhan dilakukan dengan cara destruktif dan non destruktif mulai tanaman berumur 7 hst dengan interval waktu 7 hari sekali. Pengamatan panen dilakukan dengan cara destruktif ketika tanaman berumur 28 hst.

Adapun parameter pengamatan meliputi :

##### 1. Pengamatan Pertumbuhan

###### a. Panjang tanaman

Panjang tanaman diukur mulai dari pangkal tanaman di atas permukaan tanah sampai dengan titik tertinggi tanaman. Pengukuran panjang tanaman

dilakukan setiap 1 minggu sekali, dimulai tanaman berumur 7 hst hingga mendapatkan panjang tanaman maksimum.

b. Jumlah Daun

Jumlah daun yang dihitung adalah semua daun yang telah membuka sempurna. Jumlah daun per tanaman dihitung setiap 1 minggu sekali yang dimulai setelah tanaman berumur 7 hst sampai panen dengan tujuan untuk mendapatkan jumlah daun maksimum.

c. Luas daun pertanaman

Luas daun diukur dengan cara meletakkan daun sampel ke dalam LAM (*Leaf Area Meter*). Daun yang diukur adalah daun yang telah membuka sempurna dimulai dari 7 hst.

d. Bobot segar pertanaman

Bobot segar ditentukan dengan cara menimbang seluruh bagian tanaman, pengambilan data Bobot kering dilakukan pada umur tanaman 7 hst, kemudian berlanjut berselang 7 hst sampai dengan panen..

e. Tingkat kehijauan daun

Tingkat kehijauan daun diukur dengan menggunakan alat ukur klorofil meter. Klorofil meter (SPAD) adalah alat untuk mengukur klorofil daun secara relatif yang dinyatakan dalam satuan unit. Jenis alat digital digunakan dengan cara kerja dua optik pada ujung alat yang ditempelkan pada permukaan daun. Satuan untuk tingkat kehijauan daun adalah index. Kandungan klorofil daun yang ditetapkan dengan SPAD berkorelasi positif dan sangat nyata dengan kandungan klorofil yang ditetapkan secara destruktif. Pengukuran klorofil daun secara destruktif berkorelasi positif nyata dengan kadar N daun. Klorofil adalah salah satu faktor untuk menentukan status N daun. Nilai SPAD cukup akurat untuk mengukur tingkat kecukupan hara N pada tanaman. Pengamatan dilakukan mulai tanaman sawi hijau berumur 7, 14 dan 21 hst.

f. Bobot kering tanaman

Bobot kering tanaman dihitung dengan menimbang berat kering tanaman setelah dioven pada suhu 80°C selama 2 × 24 jam atau mencapai bobot yang



stabil. Pengambilan data Bobot kering dilakukan pada umur tanaman 7 hst, kemudian berlanjut berselang 7 hst sampai dengan panen.

## 2. Pengamatan Panen

Pengamatan hasil panen dilakukan terhadap 2 tanaman contoh per satuan petak perlakuan, pengamatan ini dilakukan dengan cara mengambil seluruh bagian tanaman yang telah siap panen (Lampiran 3).

### a. Bobot segar pertanaman

Bobot segar total tanaman ditentukan dengan cara menimbang seluruh bagian tanaman yang telah dipanen.

### b. Bobot segar konsumsi tanaman

Bobot segar konsumsi tanaman ditentukan dengan cara menimbang bagian tanaman yang dapat dikonsumsi.

## 3.6 Analisis Data

Data pengamatan yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis ragam (uji F) pada taraf 5%. Uji F digunakan untuk menguji perbedaan perlakuan yang dicobakan. Apabila terdapat beda nyata ( $F_{hitung} > F_{tabel 5\%}$ ), maka akan dilanjutkan dengan uji BNT pada taraf 5%. Uji beda nyata terkecil (BNT) ialah uji lanjutan yang paling sederhana digunakan untuk menjawab pertanyaan tentang nilai tengah perlakuan mana yang berbeda apabila hipotesis nol ditolak.