

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Padi Merah

Padi merah mempunyai prospek baik, karena bersifat biofarmaka. Dewasa ini permintaan beras merah cenderung meningkat karena diketahui mempunyai nilai gizi dan vitamin cukup tinggi. Beras merah telah lama dikenal sebagai pangan pokok di daerah tertentu di Indonesia. Selain sebagai pangan pokok, beras merah juga memiliki manfaat bagi kesehatan. Beras merah mempunyai kandungan gizi yang jauh lebih baik dibanding beras putih. Beras merah mengandung banyak serat, vitamin B, antosianin, dan sumber antioksidan. Menurut hasil penelitian, 100 g beras merah tumbuk mengandung 7,5 g protein, 0,9 g lemak, 16 mg kalsium, 163 mg fosfor, 0,3 g zat besi, 77,6 g karbohidrat, 12,21 mg antosianin dan 0,21 mg vitamin B1 (Santika dan Rozakurniati, 2010). Perubahan dari beras merah menjadi beras yang lebih halus akan membuang 10% protein, 85% lemak, 70% mineral, dan 30% pentose. Beras merah mengandung vitamin B yang penting bagi kesehatan, yaitu thiamine, riboflavin, dan niasin. Penggilingan akan menghilangkan sebagian besar vitamin tersebut. Sebagian besar vitamin tersebut terdapat dalam aleuron padi. Di Jepang, beras merah telah menjadi makanan yang semakin populer karena mengandung polifenol yang tinggi. Beras merah juga mengandung protein yang lebih tinggi dan karbohidrat yang lebih rendah dibandingkan beras biasa (Gealy and Bryant, 2009).

Padi merah (*Oryza sativa* L.) termasuk kedalam ordo Poales dengan famili Poaceae (suku rumput-rumputan). Padi merah memiliki sistem perakaran serabut (*radix adventicia*), karena tidak terdapat akar utama atau akar pokok dan digantikan oleh sejumlah akar dengan ukuran yang kurang lebih sama besar dan keluar dari pangkal batang. Batang dari padi merah berbentuk bulat, batang tidak keras, mempunyai ruas-ruas yang nyata dan seringkali berongga. Permukaan batang tanaman padi merah licin sama seperti tanaman padi pada umumnya, hanya saja perbedaan yang cukup mencolok antara padi merah dengan padi pada umumnya adalah pada warna pangkal batang. Pada padi merah pangkal batang berwarna merah, semakin keujung berwarna hijau dan pertumbuhan batang padi merah dapat mencapai 2 m. Daun padi merah termasuk daun tidak lengkap, karena hanya memiliki helaian daun dan pelepah daun saja. Ujung daun pada padi

merah berbentuk runcing, pangkal daun berbentuk rata dengan pertulangan daun yang sejajar dan permukaan daun berbulu halus serta berdaging tipis. Perbedaan antara daun padi merah dengan padi pada umumnya adalah pada bagian tepi daun padi merah terdapat warna merah dan bagian tengah berwarna hijau.

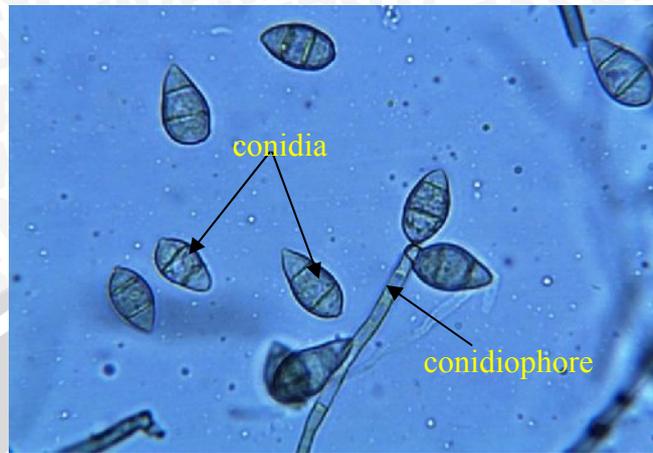
Syarat tumbuh untuk padi merah sama halnya dengan syarat tumbuh tanaman padi secara umum. Untuk jenis padi sawah, curah hujan tidak menjadi faktor pembatas tanaman padi. Namun untuk jenis padi gogo yang ditanam pada lahan tadah hujan, tanaman padi membutuhkan curah hujan yang optimum yaitu >1.600 mm/tahun. Kelembaban optimum yang dibutuhkan oleh tanaman padi berkisar 33% - 90% dengan temperatur rata-rata 24°C – 29°C. Tanaman padi dapat tumbuh pada berbagai tipe tanah dan tekstur tanah. Sedangkan untuk pH optimum yang dibutuhkan oleh tanaman padi adalah 5,5 – 7,5 (Pujiharti *et al.*, 2008).

2.2 Penyakit Blas

Penyakit blas pada tanaman padi disebabkan oleh cendawan *Pyricularia oryzae* Cav. Cendawan ini ditemukan di alam dalam bentuk aseksual. Cendawan *Pyricularia* termasuk dalam kelompok *Ascomycetes* yang bersifat heterotalik (Zeigler, 1998). Siklus hidup cendawan *P. oryzae* diawali dengan pembentukan konidia berseptata tiga sampai empat. Konidia dari cendawan *P. Oryzae* ini berbentuk seperti buah alpukat dan bersel tiga (Gambar 1), konidia ini dibentuk pada ujung suatu tangkai dan umumnya dilepas pada malam hari saat ada embun atau angin (Sijabat, 2007). Ukuran konidia cendawan *P.Oryzae* bervariasi tergantung jenis ras dan lingkungan dimana cendawan itu tumbuh (Ou, 1985).

Penyebaran cendawan dapat melalui udara, biji dan sisa tanaman sakit. Cendawan ini berkembang biak bila jarak antar tanaman rapat sehingga kelembaban tinggi serta apabila pemupukan nitrogen dilakukan secara berlebihan. Konidia yang menempel diatas jaringan tanaman dan dalam keadaan terdapat air, akan berkembang membentuk miselium dalam waktu \pm 3 jam (Jusliah, 2002). Menurut Ou (1985) konidia dari cendawan *P. oryzae* berkecambah pada kelembaban udara antara 92% - 96% dengan suhu optimum 26°C - 28°C.

Penetrasi berlangsung antara 8 - 10 jam dan gejala berupa bercak kecil mulai tampak setelah 4 hari.



Gambar 1. Kenampakan cendawan *Pyricularia oryzae* Cav. secara mikroskopik

(Wikipedia, 2013)

Menurut Ou (1985) cendawan *P. oryzae* membentuk bercak pada daun, ruas batang dan leher malai. Bercak blas pada gejala awal hanya sebesar ujung jarum yang berwarna coklat. Bercak akan berkembang membentuk bercak belah ketupat dengan pinggir berwarna coklat dan bagian tengah berwarna putih keabuan. Ukuran dan warna dari bercak, banyak sporulasi dan waktu penetrasi dari cendawan inang dapat digunakan untuk mengevaluasi ketahanan terhadap kultivar (Gambar 2). Pada varietas yang rentan, bercak pada daun tidak membentuk tepi yang jelas dan ukuran bercak lebih besar dengan warna kuning pucat. Sedangkan pada varietas yang tahan hanya terdapat sedikit bercak coklat dengan ukuran sebesar ujung jarum.



Gambar 2. Gejala Penyakit Blas Pada Daun Padi

(Wikipedia, 2013)

Besar kecilnya serangan *P. oryzae* sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Menurut Ou (1985) bahwa faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi terjadinya sporulasi cendawan adalah suhu, kelembaban dan cahaya. Terdapat beberapa faktor lingkungan utama yang mempengaruhi perkembangan penyakit blas yang disebutkan oleh Bonman (1992) adalah suhu malam (17°C - 23°C), lamanya waktu daun basah, pengaruh angin, ketidakseimbangan unsur hara, penurunan jumlah air serta kondisi berembun pada malam hari dan keadaan gelap.

Pengaruh angin umumnya secara tidak langsung dalam hal peranannya terhadap kelembaban udara dan terjadinya embun (Sijabat, 2007). Sedangkan pengaruh langsungnya adalah terhadap penyebaran spora, penyebaran serangga vektor dan pelukaan akibat gesekan oleh tiupan angin. Pelepasan dan pemencaran konidia *Pyricularia oryzae* sangat dipengaruhi oleh kecepatan angin. Dari hasil beberapa penelitian didapatkan bahwa pada kecepatan $3\text{-}5\text{ m s}^{-1}$ konidia akan terlepas dari konidiofor bahkan dalam keadaan tertentu dapat terjadi pada kecepatan 1 m s^{-1} (Sijabat, 2007).

Perkembangan penyakit blas juga dipengaruhi oleh faktor nutrisi. Penggunaan pupuk nitrogen akan meningkatkan serangan penyakit blas, karena unsur N akan meningkatkan permeabilitas air dan menurunkan kadar unsur silika sehingga cendawan mudah melakukan penetrasi. Menurut Chao dan Ellingboe (1997) populasi tanaman yang padat dikombinasikan dengan pemupukan N yang tinggi akan meningkatkan perkembangan penyakit blas.

Populasi cendawan pada lingkungan optimum akan terus meningkat baik ras yang sama maupun ras-ras baru. Ou (1985) mengemukakan bahwa konidia yang dihasilkan oleh bercak blas dapat menjadi ras baru yang memiliki patogenesis berbeda. Adanya variasi yang besar dari ras patogen menyulitkan pemulia untuk menghasilkan varietas yang tahan. Menurut Crowder (1981) setiap gen yang mengatur ketahanan atau kerentanan dalam tanaman inang, ada gen lawannya yang mengatur avirulensi dan virulensi dalam patogen.

Identifikasi ras patogenik blas dilakukan berdasarkan hasil uji isolat di lokasi tertentu terhadap varietas atau galur diferensial (Jusliah, 2002). Varietas diferensial yang diseleksi untuk digunakan sebagai penguji terhadap ras patogenik

blas di Indonesia yaitu Asahan skor 200, Cisokan skor 100, IR-64 skor 40, Rapah Aren atau Krueng Aceh skor 20, Cisadane skor 10, Cisanggarung skor 2 dan Kencana Bali skor 1 (Santoso dan Nasution, 2012). Ras 173 dapat menyerang varietas diferensial yaitu Cisokan, IR-64, Krueng Aceh, Cisadane, Cisanggarung dan Kencana Bali. Ras 173 merupakan salah ras yang paling virulen di Indonesia.

2.3 Mekanisme Pertahanan Tanaman Padi Terhadap Penyakit Blas

Tanaman memiliki beberapa strategi untuk dapat bertahan terhadap serangan patogen, baik secara internal ataupun eksternal. Pertahanan eksternal atau pertahanan pasif terdiri dari kutikula dan dinding sel, sedangkan pertahanan internal atau pertahanan aktif adalah berupa senyawa fenolik, aktivitas enzim, fitoaleksin dan elisitor (Jusliah, 2002). Semangun (1991) mengelompokkan ketahanan tanaman terhadap penyakit ke dalam ketahanan mekanis (*pasif dan aktif*) dan ketahanan kimiawi (*pasif dan aktif*). Pertahanan pasif merupakan pertahanan yang sebelumnya sudah ada dalam tanaman, sedangkan pertahanan aktif terjadi jika tanaman mengalami invasi patogen, dan merupakan hasil interaksi genetik inang dan patogen.

Struktur morfologi yang menyebabkan tanaman sukar diinfeksi oleh patogen merupakan suatu bentuk ketahanan secara mekanis pasif. Mekanisme ketahanan pasif pada tanaman padi yang terserang penyakit blas dapat terlihat dengan adanya endapan kersik (silisium) pada dinding sel-sel epidermis yang menyulitkan infeksi dari patogen (Ramli, 2000). Ketahanan mekanis aktif pada tanaman padi yang terserang blas, yaitu adanya endapan yang mirip dengan gom luka pada sela-sela sel yang melokalisasi cendawan didalam bagian yang mengalami infeksi alam. Endapan ini merupakan hasil sifat-sifat fisika dan kimia tanaman yang dapat membatasi perkembangan patogen (Semangun, 1991).

Menurut Correa-Victoria dan Zeigler (1993) disebutkan bahwa terdapat tiga jenis reaksi tanaman terhadap suatu penyakit, yaitu tahan (*completely resistant*), moderat atau agak tahan (*partially resistant*) dan rentan (*susceptible*). IRRI (1996) merekomendasikan klasifikasi sifat ketahanan tanaman berdasarkan tipe bercak yang muncul. Bercak belah ketupat dengan pusat berwarna abu-abu dikelompokkan sebagai tipe bercak rentan. Bercak berbentuk gelendong dan

bercak yang saling menyatu juga termasuk dalam kelompok rentan. Bercak berupa bintik kecil dan bercak berbentuk elips tanpa pusat sporulasi dikelompokkan sebagai bercak tahan.

Selanjutnya IRRI juga menetapkan katahanan tanaman yang dilakukan berdasarkan tingkat kerusakan pada daun yang dinyatakan dalam nilai skala yang telah dibakukan (*Standart Evaluation System = SES*). Tanaman tahan (*complete resistant*) diberi skala 1-3. Tanaman agak tahan (*partial resistant*) memiliki skala 4-6. Untuk kelompok tanaman rentan (*susceptible*) diberikan skala 7-9 (IRRI,1996). Correa-Victoria dan Zeigler (1993) mengklasifikasikan nilai skala berdasarkan tipe bercak, tanaman tahan memiliki sedikit bercak tahan (SES = 1-3), sedangkan tanaman agak tahan menampilkan sedikit bercak rentan (SES = 5) dan tanaman rentan memiliki banyak bercak rentan (SES = 7-9). Varietas yang bersifat tahan (*complete resistance*) yang dikendalikan oleh gen mayor lebih stabil reaksinya terhadap blas, dibandingkan dengan varietas yang agak tahan (*partial resistance*) yang hanya dikendalikan oleh beberapa gen minor. Wang *et al.*, (1989) mengemukakan bahwa seleksi ketahanan yang bersifat agak tahan atau moderat (*partial resistance*) pada penyakit blas adalah pekerjaan yang rumit, karena rendahnya heritabilitas dan kompleksnya cendawan *Pyricularia oryzae* Cav.

2.4 Konsep Ketahanan Tanaman Terhadap Penyakit Blas

Varietas tahan adalah salah satu aspek penting dalam pengendalian blas di lapangan. Ketahanan varietas dapat didefinisikan sebagai suatu kemampuan yang dimiliki oleh suatu varietas untuk melawan efek yang ditimbulkan oleh patogen. Ketahanan itu dapat bersifat membatasi munculnya gejala atau menekan pertumbuhan dan perkembangan spora sehingga dapat mengurangi kemungkinan terserangnya tanaman oleh patogen dan dijadikan sebagai inang oleh patogen tersebut (Jusliah, 2002).

Sejak tahun 1968 konsep ketahanan telah diduga oleh Van der Plank (Jusliah, 2002) konsep ketahanan tanaman tersebut adalah, ketahanan secara vertikal dan horizontal. Ketahanan vertikal adalah ketahanan yang diekspresikan oleh kerja gen tunggal (*monogenik*) yang dapat memunculkan sifat tahan terhadap satu atau lebih ras cendawan. Ketahanan ini lebih mudah untuk diperoleh karena

hanya melibatkan satu gen, namun lebih mudah juga dipatahkan ketahanannya. Ketahanan horizontal adalah ketahanan tanaman yang diekspresikan dari banyak gen (*poligenik*) yang mampu mengatasi beberapa ras cendawan. Ketahanan poligenik ini dianggap sebagai ketahanan yang lebih tahan lama (*durable resistance*) (Ramli, 2000).

Saat ini para pemulia tanaman lebih memfokuskan penelitian pada ketahanan tanaman yang horizontal atau ketahanan poligenik. Hal ini disebabkan oleh pewarisan ketahanan horizontal bersifat kompleks dan memiliki ketahanan yang lebih luas terhadap beberapa ras cendawan atau patogen. Zeigler *et al.*, (1994) menyatakan bahwa ketahanan horizontal adalah ketahanan yang efektif untuk mengendalikan sejumlah ras patogen namun ketahanannya tidak tinggi. Ketahanan horizontal pada tanaman di lapang ditunjukkan dengan ukuran kuantitatif yaitu berkurangnya jumlah bercak, periode laten yang lebih lama, dan sporulasi yang lebih sedikit (Ramli, 2000). Menurut Agrios (1996) suatu ketahanan horizontal tidak melindungi tanaman dari serangan patogen yang terjadi, namun ketahanan horizontal memperlambat perkembangan individu-individu lokus infeksi sehingga menurunkan penyebaran penyakit dan perkembangan epidemik di lapang.

Ketahanan tanaman padi terutama pada varietas tahan seringkali tidak tahan lama atau mudah patah oleh serangan blas karena umumnya pada varietas padi yang tahan gen ketahanan yang diekspresikan adalah kerja gen monogenik atau ketahanan secara vertikal. Karena hanya dikendalikan oleh satu gen, ketika terjadi perubahan populasi patogen yang cepat sehingga memunculkan ras-ras baru yang lebih virulen maka patogen itu akan dapat mematahkan sifat ketahanan dari tanaman tersebut (Jusliah, 2002).

Strategi pemuliaan tanaman untuk mengembangkan ketahanan yang stabil terdiri dari penyebaran gen, piramida gen dan multilini. Menurut Chen *et al.*, (1996) suatu ketahanan yang stabil dapat tercapai apabila menggunakan model piramida gen, yaitu gen mayor ketahanan vertikal digabungkan atau dimodifikasikan oleh gen minor ketahanan horizontal pada suatu varietas yang mengekspresikan sifat ketahanan. Seleksi untuk mendapatkan varietas yang moderat atau agak tahan juga dapat menjadi strategi untuk mengembangkan

ketahanan yang stabil, dengan melakukan seleksi pada varietas yang bersifat moderat dapat menekan perkembangan ras baru dari cendawan. Pada pertanaman varietas moderat, cendawan akan tetap tumbuh tetapi kemampuan reproduksinya rendah. Sehingga meskipun populasi cendawan di alam tetap bertahan dalam jumlah yang cukup, tetapi pembentukan ras-ras baru dari cendawan dapat diperlambat. Kerusakan akibat cendawan pada varietas yang dileaspun dapat diperlambat (Floris and Alvares, 1996).

Di dunia, gen ketahanan pada padi terhadap blas telah banyak ditemukan. Menurut Mc Couch *et al.*, (1994) ada beberapa padi dengan ras yang berbeda dari beberapa negara telah diidentifikasi 20 atau lebih gen ketahanan terhadap penyakit blas. Di Indonesia terdapat beberapa varietas tanaman padi khususnya padi merah, yang mencapai 184 varietas kemungkinan memiliki banyak gen tahan terhadap penyakit blas. Namun perlu dilakukan pengujian dan penelitian yang lebih intensif lagi oleh para pemulia sehingga dapat dihasilkan varietas tanaman yang memiliki ketahanan yang tinggi terhadap penyakit blas serta dapat meningkatkan produktivitas padi nasional, khususnya untuk padi merah.

2.5 Keragaman Genetik dan Heritabilitas

Sumber daya genetik yang beragam penting bagi kegiatan pemuliaan tanaman, karena keragaman genetik ialah sumber bagi setiap program pemuliaan tanaman (Welsh, 1991). Jika terdapat keragaman genetik, maka kemungkinan besar penampilan dari karakter tanaman juga akan beragam. Karakter tanaman dibedakan menjadi karakter kuantitatif dan kualitatif. Karakter kuantitatif dikendalikan oleh banyak gen (poligenik) dan umumnya karakter ini dapat diukur sehingga sebarannya tidak dapat dibedakan dengan tegas. Sedangkan karakter kualitatif umumnya dikendalikan oleh sedikit gen atau bahkan hanya satu gen (monogenik) dan biasanya karakter ini dapat dibedakan dengan jelas (Nasir, 2001).

Heritabilitas dibedakan menjadi heritabilitas arti luas dan heritabilitas arti sempit. Heritabilitas memperhatikan keragaman genetik total dalam kaitannya dengan keragaman fenotip (Nasir, 2001). Sedangkan heritabilitas arti sempit memperhatikan keragaman akibat peran gen. Jika heritabilitas arti sempit tinggi

maka karakter tersebut dipengaruhi oleh tindak gen aditif, sebaliknya jika nilai heritabilitas arti sempit rendah, maka karakter tersebut dipengaruhi selain tindak gen aditif (dominan dan epistasis) pada kadar yang tinggi (Singh and Mutty, 1982).

Nilai heritabilitas dinyatakan dalam bilangan pecahan atau presentase dengan rentang nilai 0-1. Heritabilitas dengan nilai 0 berarti keragaman fenotip hanya disebabkan oleh faktor lingkungan (Stansfield, 1983). Nilai heritabilitas yang tinggi, mendekati 1 menunjukkan bahwa faktor genetik lebih berperan dalam mengendalikan suatu karakter dibandingkan lingkungan. Nilai heritabilitas suatu karakter dipengaruhi oleh metode dan populasi yang digunakan (Puja, 2010). Makmur (1985) menjelaskan secara rinci bahwa nilai heritabilitas dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah:

1. Faktor populasi

Heritabilitas dipengaruhi oleh ragam genotip dari populasi yang diamati.

2. Genotip yang dievaluasi

Heritabilitas ditentukan dengan mengevaluasi sejumlah individu pada populasi. Bila terdapat segregasi dari populasi yang dievaluasi, ragam genetik dari populasi dapat diketahui.

3. Metode pendugaan heritabilitas

Heritabilitas dari suatu karakter dapat diduga melalui beberapa metode. Sehingga nilai heritabilitas yang diperoleh antar satu metode dengan metode yang lain dapat berbeda.