

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Padi (*Oryza sativa* L.)

Tanaman padi merupakan tanaman semusim dan termasuk kedalam golongan rumput-rumputan yang termasuk ke dalam Kingdom: Plantae, Divisio: Spermatophyta, Sub divisio: Angiospermae, Kelas: Monocotyledoneae, Ordo: Poales, Family: Gramineae, Genus: *Oryza* mempunyai 25 jenis spesies diantaranya adalah *Oryza sativa* L. dan *Oryza glaberima* (Aksi Agri Kaninius, 1990).

Tanaman padi terbagi menjadi 2 golongan yaitu padi gogo dan padi sawah. Padi gogo merupakan tanaman padi yang dapat tumbuh pada tanah ladang. Sedangkan, padi sawah dapat tumbuh pada ketinggian 0-1500 m di atas permukaan laut dengan temperatur 19-27<sup>0</sup>C. Padi termasuk kedalam kelompok tanaman C3, yang memerlukan penyinaran matahari penuh tanpa naungan. Padi sawah dapat tumbuh dengan optimum pada keadaan tanah lumpur yang subur dengan ketebalan 18-22 cm dan pH tanah 4-7.

Ismunadji dkk. (1998) menyatakan bahwa tanaman padi memiliki pola anakan berganda (anak beranak) dari batang utama akan tumbuh anakan primer yang bersifat heterotropik (bergantung pada batang utama) sampai anakan tersebut memiliki 6 anakan daun dengan 4-5 akar, dari anakan primer selanjutnya tumbuh anakan sekunder yang kemudian menghasilkan anakan tersier. Menurut Suparyono dan Setyono (1993), pertumbuhan normal tinggi tanaman berkisar antara 100-120 cm, akar padi digolongkan dalam akar serabut.

Padi merupakan tanaman yang dapat melakukan penyerbukan sendiri, yang diawali dengan jatuhnya serbuk sari ke kepala putik oleh bantuan angin sehingga terjadilah pembuahan. Setelah pembuahan terjadi, zigot dan inti polar yang telah terbuahi segera membelah dan terbentuklah zigot. Setelah itu zigot berkembang menjadi embrio dan inti polar menjadi endosperma. Pada akhir perkembangan menjadi bulir yang mengandung pati, dan berfungsi sebagai cadangan makanan bagi tumbuhan dan sebagai sumber gizi bagi manusia.

Dalam melakukan budidaya pertanian, khususnya padi tidak akan pernah terhindar dari serangan hama maupun penyakit. Penyakit yang sering menyerang

tanaman padi diantaranya adalah blas yang disebabkan oleh jamur *Pyricularia oryzae* cav., penyakit bercak coklat yang disebabkan oleh jamur *Dreschlera oryzae*, tungro yang disebabkan oleh virus, dan penyakit hawar daun bakteri atau HDB yang disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas oryzae* pv *oryzae*.

## 2.2 Bakteri *Xanthomonas oryzae* pv *oryzae* Penyebab Hawar Daun Bakteri

Pada masa tanam, tumbuhan padi sering mengalami gangguan, salah satunya oleh serangan penyakit. Penyakit penting pada tanaman padi di Indonesia khususnya Riau yaitu penyakit hawar daun bakteri yang di sebabkan oleh *Xanthomonas oryzae* pv *oryzae*. Secara sistematis *Xanthomonas oryzae* pv *oryzae* tergolong kedalam Phylum: Prokaryota; Kelas: Schizomycetes; Ordo : Pseudomonadales; Famili: Pseudomonadaceae; Genus: *Xanthomonas* ; Spesies: *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae* (Andhayani, 2010).

Bakteri *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* Dye. berbentuk batang pendek , di ujungnya mempunyai satu flagela polar berukuran (1-2) x (0,8-1)  $\mu\text{m}$  dan berfungsi sebagai alat bergerak. Bakteri ini yang berukuran 6-8  $\mu\text{m}$  bersifat aerob, gram negatif dan tidak membentuk spora. Di atas media NA bakteri ini membentuk koloni bulat cembung yang berwarna kuning keputihan sampai kuning kecoklatan dan mempunyai permukaan yang licin (Machmud, 1991; Semangun, 2001; Triny dkk., 2006).

Penyakit hawar bakteri pada tanaman padi bersifat sistemik dan dapat menginfeksi tanaman pada berbagai stadium pertumbuhan. Gejala penyakit ini dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu: Gejala layu (kresek) pada tanaman muda atau tanaman dewasa yang peka, Gejala hawar dan Gejala daun kuning pucat (Singh, 1980; Machmud, 1991; Triny dkk., 2006).

Gejala layu yang kemudian dikenal dengan nama kresek umumnya terdapat pada tanaman muda berumur 1-2 minggu setelah tanam atau tanaman dewasa yang rentan. Pada awalnya gejala terdapat pada tepi daun atau bagian daun yang luka berupa garis bercak kebasahan, bercak tersebut meluas berwarna hijau keabu-abuan, selanjutnya seluruh daun menjadi keriput dan akhirnya layu seperti tersiram air panas. Seringkali bila air irigasi tinggi, tanaman yang layu terkulai ke permukaan air dan menjadi busuk (Anonim, 1989).

Menurut Machmud (1991), pada tanaman yang peka terhadap penyakit ini, gejala terus berkembang hingga seluruh permukaan daun, bahkan kadang-kadang pelepah padi sampai mengering. Pada pagi hari atau cuaca lembab, eksudat bakteri sering keluar ke permukaan bercak berupa cairan berwarna kuning menempel pada permukaan daun dan mudah jatuh oleh hembusan angin, gesekan daun atau percikan air hujan. Eksudat ini merupakan sumber penularan yang efektif.

Kultivar padi mempunyai tingkat ketahanan yang berbeda terhadap *Xanthomonas*. Ketahanan disebabkan karena: Bakteri terhambat penetrasinya, Bakteri tidak dapat meluas secara sistemik, dan Tanaman bereaksi langsung terhadap bakteri (Lozano dan Sequeira, 1974 dalam Semangun, 2001). Menurut Maraite dan Weyns (1979) dalam Semangun (2001), penyebaran penyakit yang disebabkan oleh *Xanthomonas* dibantu juga oleh hujan, karena hujan akan meningkatkan kelembaban dan membantu pemencaran bakteri. Intensitas penyakit yang tertinggi terjadi pada akhir musim hujan, menjelang musim kemarau. Suhu optimum untuk perkembangan *Xanthomonas* adalah sekitar 30°C.

Kerugian hasil padi di Jepang yang diakibatkan oleh penyakit hawar daun bakteri setiap tahunnya mencapai 30% bahkan lebih. Di India penyakit ini juga merupakan kendala utama produksi padi, berjuta-juta hektar sawah tiap tahun terserang penyakit tersebut dengan kerugian bervariasi antara 20-60% (Singh, 1980). Di daerah tropis seperti Indonesia dan Filipina, penyakit ini juga sangat merugikan meskipun besar kerugian kurang diketahui secara pasti. Di Indonesia kerugian akibat penyakit ini diperkirakan berkisar antara 15-25% tiap tahun. Kerusakan berat terjadi bila penyakit ini menyerang tanaman muda yang peka, sehingga menimbulkan gejala kresak dan kemudian tanaman mati (Machmud, 1991).

### 2.3 Bakteri *Bacillus* sp

*Bacillus* sp secara sistematika tergolong kedalam Kingdom : Bakteri, Filum : Firmicutes, Kelas : Bacilli, Ordo : Bacillales, Famili : Bacillaceae, Genus : *Bacillus*, Spesies antara lain : *subtilis*, *brevis*, *polymixa*, dan *thuringiensis* (Hatmanti, 2000). Bakteri ini dapat hidup pada daerah yang bersuhu tinggi antara

40-75<sup>0</sup>C, dengan suhu optimum 25-40<sup>0</sup>C, pH 4-8,5, dan pada umumnya memerlukan kelembaban yang cukup tinggi, kira-kira 85% (Arwiyanto *et al*, 2007).

Schaechter (2006) menyatakan bahwa *Bacillus* sp merupakan bakteri gram positif yang selnya berbentuk batang pendek (rods), tunggal, jarang membentuk rantai, motil dengan flagella peritrik, membentuk endospora berukuran 0,8 x 1,5-1,8  $\mu$ m, dan permukaan spora bewarna pucat. Bakteri ini tersusun atas *peptidoglycan* yang merupakan polimer dari gula dan asam amino. *Peptidoglycan* yang ditemukan pada bakteri ini dikenal sebagai murein. Senyawa ini membentuk dinding penghalang antara lingkungan dan sel bakteri yang berfungsi untuk mempertahankan bentuk sel dari tekanan internal turgor sel yang tinggi.

Bakteri dari genus *Bacillus* dilaporkan dapat menghasilkan beberapa peptida yang berperan sebagai antibiotik dan antifungi, seperti: *subtilin*, *subtilisin*, *mycobacillin*, *subsporin*, *ituirin*, *Cerexin*, *surfactin*, *bacillomycin*, *bacilysin*, asam10 sianida, *fengycin* dan *bacilysocin* (Katz and Demain, 1977:450; Tamehiro *et al.*, 2002:315; Schaechter, 2004:127; Berkeley *et al.*, 2002:227). Sintesis antibiotik pada *Bacillus* dikontrol oleh beberapa gen yang ekspresinya dikontrol sesuai dengan kondisi lingkungan tempat bakteri hidup (Schaechter, 2004:128). Bakteri ini mampu menghasilkan enzim degradatif makromolekul yang bisa menghancurkan dinding sel jamur, seperti protease (intraseluler) dan beberapa enzim yang disekresikan pada medium seperti levansukrase, beta-glukanase, alfa-amilase, xilanase, kitinase dan protease (Kunst and Rapoport, 1995:2403; Schaechter, 2004:127). Dinding sel *Fusarium sp* tersusun atas 39% kitin, 29% glukon, 7% protein dan 6% lemak (Webster and Weber, 2007:5). Kandungan kitin pada dinding sel jamur *Fusarium sp* ini akan memicu pembentukan enzim degradatif oleh *Bacillus*.

*Bacillus* sp pada lingkungan ekstrim dapat membentuk endospora. Pada saat berkecambah, dinding spora akan pecah secara melintang. Pada medium agar koloni bakteri berbentuk bundar, tepi tidak teratur, permukaan tidak mengkilap, tebal dan keruh (opaque), kadang-kadang mengkerut dan berwarna krem atau kecoklatan. Pada media yang berbeda bentuk koloni agak bervariasi. Koloni meluas pesat pada medium yang berpermukaan lembab. Biakan bakteri dari

medium padat tidak mudah larut dalam air. Pertumbuhan pada medium cair (broth) keruh, berkerut, dengan pelikel yang koheren, tidak keruh atau hanya agak keruh. Secara anaerob, dalam medium kompleks yang mengandung glukosa, pertumbuhan dan fermentasi berlangsung lambat atau lemah, tetapi dengan menambahkan O<sub>2</sub> bakteri akan tumbuh cepat serta menghasilkan 2,3 butanediol, aseton, dan CO<sub>2</sub>.

Bakteri ini mendekomposisi pektin dan polisakarida dari jaringan tanaman dan beberapa strain dapat membusukkan umbi kentang. Bakteri ini memproduksi senyawa levan dari sukrosa dan rafinosa secara ekstraseluler yang bervariasi, tergantung pada strain isolatnya. Pada medium agar, bakteri membentuk pigmen pulcherimin atau melanin di dalam atau di tepi koloni, tergantung pada komposisi medium (Macmud *et al*, 2003).

Kebanyakan strain membentuk pigmen berwarna coklat atau merah, sedangkan sebagian lainnya membentuk pigmen oranye atau hitam. *Bacillus* sp mampu mencairkan gelatin, mereduksi susu litmus, menghidrolisis kasein, tidak membentuk arginin-dehidrolase atau lesitinase, dan membentuk antibiotik polipeptid. Beberapa strain membentuk lebih dari satu jenis antibiotik. Mikroba ini juga dapat membebaskan enzim yang bersifat litik (melarutkan) terhadap sel bakteri hidup (Macmud *et al*, 2003).

Habitat endospora bakteri ini adalah tanah. Mikroba tersebut bertahan dalam bentuk spora pada kondisi kekurangan nutrisi. Mikroorganisme ini dapat menghasilkan antibiotik selama sporulasi, contohnya polymyxin, difficidin, subtilin, dan mycobacillin (Qiqi, 2008). Menurut Trubuson (2008), *Bacillus* sp juga menghasilkan senyawa toksin yang bernama bacillin. Toksin ini sangat baik dalam menghambat perkembangan bakteri dan mikroba patogen lainnya. Bacillin juga mampu meningkatkan resistensi tanaman terhadap patogen.

Menurut Mahaffe *et al*, (1993), *Bacillus* sp merupakan mikroorganisme yang hidup dan dapat mengkolonisasi daerah perakaran tanaman (rhizobacteria), sehingga mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai agen biokontrol untuk pengendalian patogen tular tanah, seperti *Pythium* sp dan *Rhizoctonia* sp pada tanaman Kapas. Bakteri ini dapat diisolasi dari beberapa jenis tanah dan rizosfer dari beberapa tanaman budidaya. Hasil penelitian Susanti (2009), melaporkan

bahwa isolat bakteri *Bacillus* sp lokal Riau mempunyai daya antagonis terhadap bakteri *Xanthomonas campestris* pv. *Acaciae*.

Menurut Cook (1991), mikroba lokal (*indigenous microbes*) yang diisolasi dari rizosfer suatu tanaman dan selanjutnya diaplikasikan pada tanah atau tanaman yang relatif sama akan tumbuh dan berkembang lebih baik karena lebih mampu beradaptasi terhadap faktor lingkungan yang relatif sama. Ernawati (2003) menyatakan pula bahwa mikroba-mikroba lokal, termasuk *Bacillus* sp mempunyai kemampuan antagonis yang lebih baik dibandingkan dengan mikroba-mikroba yang diintroduksi dari luar. Hal ini disebabkan karena adanya kesesuaian faktor-faktor lingkungan yang menyebabkan bakteri akan lebih cepat beradaptasi, tumbuh, dan berkembang sehingga dapat lebih baik dalam mendukung kemampuan antagonis dan menekan perkembangan patogen.

Aplikasi bakteri *Bacillus* sp sebagai agen antagonis telah banyak dilakukan dan memberikan harapan yang cukup baik. Campbell (1989) menyatakan bahwa 2 spesies *Bacillus*, *B. subtilis* dan *B. pumilus* dapat mengurangi secara nyata persentase diskolorasi pada akar tanaman gandum akibat infeksi jamur *Rhizoctonia solani* dan sekaligus dapat meningkatkan hasil tanaman sebanyak 2 kali lipat. Dilaporkan juga bahwa *B. subtilis* dapat mengendalikan secara baik penyakit busuk putih pada tanaman bawang yang disebabkan oleh jamur *Sclerotium cepivorum*.

Menurut Arwiyanto (1997), *Bacillus* sp yang diisolasi dari perakaran tanaman Putri Malu mampu menghambat perkembangan *Ralstonia solanacearum* penyebab penyakit layu bakteri pada Tembakau secara *in vitro*. Menurut Arwiyanto dan Hartana (1999), perendaman akar Tembakau dalam suspensi *Bacillus* sp ( $10^8$ cfu/ml) selama 30 menit dapat menekan perkembangan penyakit layu bakteri yang disebabkan oleh *Ralstonia solanacearum*. Selanjutnya Bustamam (2006) menemukan bahwa *Bacillus* sp mempunyai antagonis yang baik dan dapat menurunkan infeksi penyakit layu bakteri oleh *Ralstonia solanacearum* pada tanaman jahe sebesar 80%.

Arwiyanto *et al*, (2007) melaporkan pula bahwa penggunaan *Bacillus* spp mampu menekan penyakit Lincat yang disebabkan oleh infeksi ganda *Ralstonia solanacearum* dan nematoda *Meloidogyne incognita* pada Tembakau

Temanggung sehingga intensitas penyakitnya hanya sebesar 23,3 % sedangkan pada kontrol sebesar 63 %. Hasil pengujian di laboratorium terhadap *Bacillus* sp yang berasal dari rizosfer Nilam menunjukkan bahwa beberapa isolat *Bacillus* sp dapat menghambat pertumbuhan koloni *Ralstonia solanacearum* dengan zona hambatan 23-45 mm (Nasrun dan Nuryani, 2007).

Selain itu, *Bacillus* sp dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman yang dikenal juga sebagai pemacu pertumbuhan tanaman (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) karena menghasilkan senyawa pendorong atau hormon pertumbuhan tanaman, seperti auksin, sitokinin (Khalid *et al*, 2004) dan IAA (Vonderwell *et al*, 2001). Hormon-hormon yang dihasilkan ini tergantung pada jenis bakterinya dan dapat memacu pertumbuhan akar lateral dan pertumbuhan tanaman secara keseluruhan. *Bacillus* sp juga dapat mempercepat proses pengomposan sisa bahan-bahan organik dalam tanah sehingga unsur hara menjadi lebih tersedia bagi tanaman (Bustamam, 2006).

Salah satu cara pengendalian penyakit yang ramah lingkungan dan berpotensi untuk dikembangkan ialah pengendalian hayati menggunakan rhizobakteri (bakteri yang hidup di sekitar akar tanaman) sebagai agen biofungisida secara langsung maupun tidak langsung untuk mengontrol serangan spesies pengganggu (Nigam dan Mukerji, 1988). Rhizobakteri dilaporkan bisa menekan pertumbuhan fungi patogen dalam tanah secara alamiah. Terdapat beberapa genus bakteri yang mampu berasosiasi dengan tanaman sebagai penghambat pertumbuhan jamur, antara lain: *Alcaligenes*, *Acinetobacter*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Rhizobium*, *Flavobacterium*, *Agrobacterium*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Serratia*, *Streptomyces*, *Azospirillum*, *Acetobacter*, *Herbaspirillum* dan *Pseudomonas* (Botelho *et al.*, 2006:402; Tilak *et al.*, 2005:137).

Hasil-hasil penelitian terkait potensi rhizobakteria tersebut sebagai antifungal melaporkan bahwa beberapa bakteri dari genus *Bacillus*, seperti *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium* dan *Bacillus pumilus* dapat berperan sebagai agen biokontrol untuk mengendalikan pertumbuhan jamur *Fusarium sp* (El-Hamshary and Khattab, 2008:24; Huang *et al.*, 2004:82).

Menurut Haas and Devago (2005:2), bakteri yang berasosiasi dengan akar tanaman ini dinamakan *Plant growth-promoting rhizobacteria* (PGPR). Bakteri ini mampu menstimulasi pertumbuhan tanaman dan melindungi tanaman dari serangan penyakit. Selain ramah terhadap lingkungan, penggunaan rhizobakteri diharapkan dapat mengurangi ketergantungan petani terhadap penggunaan fungisida sintetik, menutupi kekurangan suplai bahan aktif fungisida yang selama ini diimpor sehingga dapat menghemat devisa negara dan meningkatkan daya saing ekspor produk pertanian Indonesia.

Penggunaan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) merupakan salah satu contoh dalam pengendalian hayati. PGPR dapat meningkatkan perkecambahan benih dan perkembangan akar pada tanaman. Menurut Siddiqui (2005), rhizobakteri ini dapat membantu pertumbuhan tanaman dengan menghasilkan hormon pertumbuhan. Selain itu, PGPR juga melindungi tanaman dari penyakit yang disebabkan oleh bakteri, cendawan, dan nematoda. PGPR mempengaruhi pertumbuhan tanaman dengan cara fiksasi nitrogen, sintesis hormon, pelarutan zat-zat mineral dan sintesis enzim yang dapat mengatur hormon pada tanaman (Siddiqui, 2005).

Kloepper dan Schroth (1978) mengatakan bahwa kemampuan PGPR sebagai agen pengendalian hayati adalah karena kemampuannya bersaing untuk mendapatkan zat makanan, atau karena hasil-hasil metabolit seperti siderofor, hidrogen sianida, antibiotik, atau enzim ekstraselluler yang bersifat antagonis melawan patogen (Kloepper & Schroth. 1978; Thomashow & Weller 1988; Weller 1988). *Bacillus* sp merupakan bakteri pengambat P sehingga membantu tanaman dalam menyerap unsur P.