

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman padi (*Oryza sativa*)

2.1.1. Klasifikasi tanaman padi

Menurut Cottyn (2003) klasifikasi ilmiah tanaman padi adalah sebagai berikut. Klasifikasi tanaman padi adalah sebagai berikut kingdom Plantae, divisi Spermatophyta, kelas Monocotyledoneae, famili Poaceae, genus *Oryza*, spesies *Oryza sativa*.

2.1.2. Morfologi malai padi

1. Bunga dan Malai

Keseluruhan bunga padi di sebut malai. Pada malai terdapat beberapa unit bunga yang dinamakan *spikelet* yang pada hakikatnya terdiri dari atas tangkai, bakal buah, lemma, palea, putik, dan benang sari (Siregar, 1981). Tiap unit bunga disebut juga *gabah*. Satu *gabah* berisi satu bunga dan satu bunga terdiri dari satu organ betina (*pistils*) dan 6 organ jantan (*stamens*). Malai terdiri atas 8-10 buku yang menghasilkan cabang-cabang primer dan cabang primer selanjutnya menghasilkan cabang sekunder. Tangkai buah (*pedicel*) tumbuh dari buku-buku cabang primer maupun sekunder (Makarim dan Suhartatik, 2009).

2. Gabah

Gabah terdiri atas biji yang terbungkus oleh sekam. Pada jenis japonica sekam terdiri atas gluma rudimenter dan sebagai tangkai gabah (*pedicel*), sedangkan pada jenis indika, sekam dibentuk oleh palea, lemma mandul, dan rakhilla. Gluma dan lemma diduga berasal dari pelepah daun, sedangkan palea mirip dengan profilla. Lemma selalu lebih besar dari palea dan menutupi 2/3 permukaan beras (Yoshida, 1981).

2.2. Benih sebagai pembawa patogen

Menurut Chailani (2010) patogen yang terbawa biji pada prinsipnya dapat dibedakan dalam dua macam yaitu :

1. Biji yang terinfeksi (*infected*)

Biji-biji yang terinfeksi patogen yang mengadakan penetrasi pada jaringan atau biji atau dapat juga menetap dalam bentuk istirahat.

2. Biji yang mengalami kontaminasi (*infested*).

Biji yang terinfestasi (terkontaminasi) oleh pathogen biasanya terjadi di permukaan biji. Dalam hal ini dapat berbentuk spora, sclerotia, gall yang tercampur dengan biji.

Patogen yang menetap dalam bentuk dorman di dalam biji selanjutnya akan aktif apabila biji-biji disemaikan dan akan menghasilkan pada pertanaman. Infeksi dan kontaminasi pada biji dapat terjadi:

1. Secara langsung menginfeksi biji dan berada di dalam jaringan;
2. Secara tidak langsung mengkontaminasi pada permukaan biji.

Jika sumber inokulum berasal dari inangnya sendiri, patogen tersebut tersebar dalam tanaman melalui pembuluh atau perkembangan penyakitnya terjadi secara sistemik.

2.3. Penyakit tanaman padi (*Oryza sativa*)

Beberapa penyakit yang menyerang tanaman padi menurut Cottyn (2003) antara lain :

Tabel 1. Bakteri patogen pada padi yang dapat berasosiasi dengan benih

Patogen	Sinonim	Penyakit
<i>Acidovorax avenae</i> , subsp. <i>Avenae</i>	<i>Pseudomonas avenae</i> , <i>Pseudomonas setariae</i>	Garis Coklat (<i>Bacterial brown stripe</i>)
<i>Burkholderia glumae</i>	<i>Pseudomonas glumae</i>	Busuk biji (<i>Grain rot</i>), Busuk bibit (<i>Bacterial seedling rot</i>)
<i>Burkholderia plantarii</i>	<i>Pseudomonas plantarii</i>	Hawar bibit (<i>Seedling blight</i>)
<i>Pantoea agglomerans</i>	<i>Erwinia herbicola</i>	<i>Palea browning</i>
<i>Pectobacterium chrysanthemi</i>	<i>Erwinia chrysanthemi</i>	Busuk akar (<i>Foot rot</i>)
<i>Pseudomonas fuscovaginae</i>		Busuk coklat pelepah (<i>Bacterial sheath brown rot</i>)
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>Syringae</i>	<i>Pseudomonas oryzae</i>	Busuk pelepah (<i>Bacterial sheath rot</i>)
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>Oryzae</i>		Hawar lingkaran bakteri (<i>Bacterial halo blight</i>)
<i>Xanthomonas oryzae</i> pv. <i>Oryzae</i>	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>oryzae</i>	Hawar bakteri (<i>Bacterial blight</i>)
<i>Xanthomonas oryzae</i> pv. <i>Oryzicola</i>	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>oryzicola</i>	Hawar daun bakteri (<i>Bacterial leaf streak</i>)

2.4. Bakteri *Burkholderia glumae*

2.4.1. Biologi

Menurut Brenner *et al.* (2005) Bakteri *B. glumae* memiliki taksonomi Kingdom Bacteria; Filum Proteobacteria; Kelas Betaproteobacteria; Ordo *Burkholderiales*; Famili *Burkholderiaceae*; Genus *Burkholderia*; Spesies

Burkholderia glumae. Mengikuti deskripsi dari Kurita dan Tabei (1967) bakteri *B. glumae* memiliki karakteristik sel berbentuk batang dengan ukuran $0,5-0,7 \times 1,5-2,5 \mu\text{m}$, motil dan mempunyai 2-4 flagella. Urakami *et al.* (1994) melaporkan bahwa bakteri *B. glumae* dapat menghidrolisis gelatin, serta dapat tumbuh pada suhu 11-40°C tetapi tumbuh optimum pada suhu 30-35°C.

Bakteri *B. glumae* akan menghasilkan asam dari pemanfaatan arabinose, glukosa, fruktosa, mannose, xylose, glycerol, mannitol, dan isotol. Bakteri *B. glumae* tidak akan menghasilkan asam dari pemanfaatan rhamnose, sukrosa, maltose, laktosa, raffinose, dextrin, pati, inulin, dan salicin (Urakami *et al.*, 1994).

Bakteri *B. glumae* adalah penyebab penyakit busuk biji pada tanaman padi (family Gramineae), tetapi kisaran inang *B. glumae* mungkin tidak terbatas pada padi saja. Jeong *et al.* (2003) melaporkan bahwa *B. glumae* menginfeksi tanaman lainnya, termasuk lada, terung, wijen, bunga matahari dan tomat, menyebabkan layu bakteri seperti *Ralstonia solanacearum*.

2.4.2. Gejala

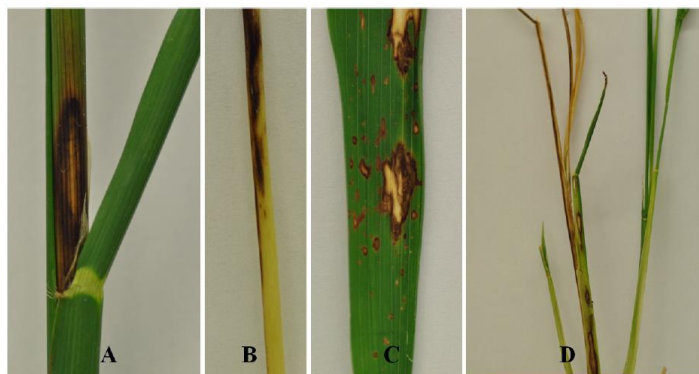
Gejala penyakit hawar malai termasuk busuk malai, hawar bibit dan busuk pelepah. Luka berbentuk garis panjang ke bawah kerah helai daun pada kelopak daun bendera dengan panjang luka beberapa inci. Luka ini memiliki perbatasan berwarna coklat kemerahan dengan pusat yang menjadi abu-abu dan nekrotik. Malai yang terkena mungkin memiliki satu atau semua kuntum berwarna pucat dengan biji-bijian tidak mengisi (Nandakumar *et al.*, 2009).

Malai coklat yang tegak disebabkan oleh kegagalan pengisian gabah biasanya diamati di bidang paling parah terinfeksi (Saichuk, 2009). Bakteri *B. glumae* dapat berada pada benih padi sehat dengan terbatasnya jumlah bakteri atau kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan menyebabkan gejala tidak terlihat (Kurita dan Tabei, 1967)



Gambar 1. Perbandingan gejala bakteri hawar malai pada biji padi sehat (baris atas) dan biji terinfeksi *B. glumae* (baris bawah) (Zhou *et al.*, 2010)

Bakteri *B. glumae* menghasilkan *toxoflavin phytotoxin*, yang penting untuk virulensinya. Jenis bakteri yang kekurangan produksi toksin akan menjadi avirulen. Gejala busuk biji bakteri memiliki kehilangan hasil yang cukup signifikan. Gejala khusus pada pelepah berbentuk panjang vertikal, luka berwarna keabu-abuan dikelilingi oleh tepi berwarna cokelat kemerahan gelap. (Nandakumar *et al.*, 2009) .



Gambar 2. Gejala yang disebabkan oleh bakteri *B. glumae*. Gejala busuk pelepah (A), busuk batang (B), luka daun (C) dan hawar bibit (D) yang disebabkan oleh bakteri *B. glumae*. (Zhou *et al.*, 2010).

Hikichi *et al.* (1993) mendeteksi sel bakteri *B. glumae* di berbagai bagian benih yang terinfeksi secara alami, termasuk epidermis dan parenkim. Sel bakteri *B. glumae* terdapat pada pelepah daun yang merupakan bagian penting untuk infeksi primer, yang menyediakan sumber utama inokulum ke malai (Tsushima dan Naito, 1991; Tsushima *et al.*, 1996). Yuan (2004) mengamati bahwa gejala yang terlihat selalu tampil pada pelepah daun bendera pertama dan kemudian pada malai ketika patogen menginfeksi. Tsushima *et al.* (1996) melaporkan bahwa gejala pada pelepah daun bendera menampakkan penyakit pada malai, karena pelepah daun bendera yang dekat dengan malai dan infeksi mereka terutama terjadi pada tahap keluarnya bunga atau malai. Wabah hawar malai bakteri cenderung terjadi pada kondisi suhu yang sangat tinggi, terutama pada malam hari, dan sering hujan (Cha *et al.*, 2001).

2.4.3. Faktor yang mempengaruhi infeksi

1. Kepekaan inang

Tsushima *et al.* (1996) melaporkan bahwa spikelet sangat rentan pada saat berbunga, tetapi relatif rentan saat 1-3 hari setelah berbunga, namun menjadi resisten 2 hari sebelum dan 4 hari setelah berbunga, meskipun spikelet diinkubasi pada kondisi kelembaban tinggi (RH > 95%) selama 24 jam setelah inokulasi. Kerentanan tanaman padi di lapang dapat diperkirakan dengan tingkat

pembentukan malai dan kerentanan harian setiap malai. Tanaman padi di lapang paling rentan 4-5 hari setelah pembentukan malai, yang didefinisikan dimana lebih dari 40% malai telah terbentuk. Pada tahap ini tanaman padi lebih rentan terhadap penyakit ini dalam waktu singkat, yaitu dari waktu pembentukan malai hingga sekitar 11 hari setelahnya.

2. Kepadatan inokulum

Percobaan dimana suspensi bakteri disemprotkan menunjukkan bahwa kejadian penyakit meningkat secara linear dengan nilai lognormal dari kepadatan inokulum (Tsushima *et al.*, 1985). Berdasarkan hasil ini, kepadatan inokulum minimum patogen diperkirakan 10^2 sampai 10^4 cfu / ml di lapangan, meskipun dianggap kurang dari 10^2 cfu / ml pada kondisi suhu tinggi (Tsushima, tidak dipublikasikan). Hikichi (1993) melaporkan bahwa penyakit ini terjadi dengan suntikan suspensi bakteri pada 1 cfu / ml. Kepadatan Inokulum dapat menurun pada saat injeksi.

3. Kelembaban dan temperatur

Tingkat kelembaban tinggi pada tahap pembungaan menyebabkan lingkungan kondusif untuk infeksi pada gabah (Hikichi, 1993). Pada kelembapan rendah (RH <70%) spikelet yang diinokulasi dengan suspensi bakteri pada 2-4 hari sebelum pembungaan tidak menunjukkan gejala, tidak seperti kondisi kelembaban tinggi (RH > 95%). Penyakit ini terjadi pada 20-32 °C dan tingkat keparahannya meningkat dengan meningkatnya suhu (Tsushima *et al.*, 1985). Selain itu, suhu selama periode kritis saat infeksi mempengaruhi durasi inkubasi (Tsushima, tidak dipublikasikan).

2.5. Karakteristik bakteri genus *Burkholderia* spp.

Menurut Schaad *et al.* (2001) Spesies *Burkholderia* spp. dapat dibedakan dari hasil tes fisiologisnya. Perbedaan fisiologis antar spesies terdapat pada (Tabel 2).

Tabel 2. Karakteristik identifikasi spesies *Burkholderia* (Schaad *et al.*, 2001)

Karakteristik	<i>andropogoni</i>	<i>caryophylli</i>	<i>cepacia</i>	<i>gladioli</i>	<i>gladioli</i> pv. <i>agahcico</i>	<i>glumae</i>	<i>plantarii</i>
Oksidasi	-	+	+	V	+	ND	ND
Pertumbuhan di pH 4	ND	-	+	+	ND	-	+
Pertumbuhan di pH 8	ND	-	+	+	ND	V	-
Pertumbuhan di pH 9	ND	-	-	-	ND	-	-
Pertumbuhan di suhu 40°C	-	+	+	+	-	+	+
Pertumbuhan di NaCl 3%	ND	-	V	-	ND	+	-
Dihidrolisis arginine	-	+	-	-	-	+	V
Hidrolisis gelatin	+	-	-	V	+	+	+
Hidrolisis pati	ND	-	-	-	+	-	-
Hidrolisis pectate	ND	-	-	-	+	-	-
Pemanfaatan sumber karbon:							
<i>Asam amino:</i>							
P-alanine	-	V	V	V	ND	+	+
Arginine	-	+	+	+	+	+	+
Betaine	+	+	+	+	+	+	+
Glycine	-	-	V	+	ND	ND	ND
Isoleucine	-	V	+	+	ND	V	-
L-valine	-	+	+	+	ND	+	+
<i>Polyalcohol:</i>							
Adonitol	+	+	+	+	+	+	-
N-propanol	ND	V	+	V	ND	+	V
D-sorbitol	+	+	+	+	+	+	+
<i>Karbohidrat:</i>							
Cellobiose	ND	+	+	+	ND	ND	ND
Laktose	+	-	V	V	+	-	-
L-rhamnose	ND	V	-	-	+	-	V
Sucrose	-	+	+	V	+	-	V
Trehalose	+	V	V	+	+	+	-
D-xylose	-	+	+	+	+	+	0
<i>Asam (anion):</i>							
D-tartrate	-	-	-	+	ND	-	V
Levulinate	-	-	+	-	ND	+	-
<i>Senyawa Aromatik:</i>							
Benzoate	V	-	V	+	ND	-	-

+, 80% atau lebih strain positif; V, antara 21-79% strain positif; -, 80% atau lebih strain negatif; ND, tidak diuji.