

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Padi (*Oryza sativa*)

Padi dapat tumbuh di daerah yang memiliki curah hujan yang baik rata-rata 200 mm per bulan atau lebih, dengan distribusi selama 4 bulan, curah hujan yang dikehendaki per tahun sekitar 1500-2000 mm. Suhu yang baik untuk pertumbuhan tanaman padi 23 °C. Tinggi tempat yang cocok untuk tanaman padi berkisar antara 0-1500 mdpl. Tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman padi adalah tanah sawah yang kandungan fraksi pasir, debu dan lempung dalam perbandingan tertentu dan diperlukan air dalam jumlah yang cukup. Padi dapat tumbuh dengan baik pada tanah yang ketebalan lapisan atasnya antara 18-22 cm dengan pH antara 4-7 (Junaidi, 2018).

Organ tanaman padi dibagi menjadi dua kelompok yaitu organ vegetatif dan generatif, untuk organ vegetatif terdiri dari akar, batang dan daun, sedangkan organ generatif terdiri dari malai, bunga dan gabah. Fase pertumbuhan padi dibagi menjadi tiga fase yaitu vegetatif, generatif dan pemasakan. Fase vegetatif terdiri dari pertumbuhan tanaman yaitu pertambahan tinggi tanaman, jumlah anakan dan luas daun. Varietas padi yang berumur pendek (120 hari), fase vegetatif berlangsung sekitar 55 hari sedangkan pada varietas padi berumur panjang (150 hari) fase vegetatif berlangsung kurang lebih 85 hari. Fase generatif dimulai dari terbentuknya malai hingga berbunga. Fase ini berlangsung sekitar 35 hari baik pada varietas padi berumur pendek maupun panjang. Fase pemasakan dimulai pada saat tanaman padi berbunga hingga masak panen dan berlangsung selama kurang lebih 30 hari (Rahayu, 2017). Selama pertumbuhan tanaman padi, fase yang paling rentan terhadap kekurangan air adalah awal fase vegetatif, fase pembungaan dan fase pengisian bulir sehingga diperlukan saluran irigasi untuk mengalirkan pada musim kemarau (Estiningtyas & Muhammad, 2017).

Sinar matahari sangat diperlukan untuk proses fotosintesis apalagi untuk pertumbuhan tanaman padi, terutama pada fase berbunga hingga fase pemasakan buah. Fase pembungaan dan pemasakan buah sangat berkaitan dengan intensitas penyinaran, keadaan awan dan angin yang dapat mempengaruhi pertumbuhan padi. Terpaan angin yang kencang dapat membuat padi yang tinggi rebah. Tetapi angin sangat bermanfaat pada fase penyerbukan padi, karena padi merupakan tanaman menyerbuk sendiri (Widyastuti *et al*, 2012; Rozen & Kasim, 2018).

Segi fisiologis yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produktivitas padi adalah jarak tanam. Hasil penelitian Ikhwani *et al*, (2013) dan Hikmah & Pratiwi (2019) menyimpulkan bahwa jarak tanam lebar memberi peluang varietas tanaman meningkatkan potensi pertumbuhannya. Semakin rapat populasi tanaman atau populasi tinggi maka jumlah anakan panjang malai per rumpunnya semakin sedikit. Jarak tanam lebar atau populasi rendah, pertumbuhan padi lebih baik, namun hasil dan komponen hasilnya lebih rendah dibandingkan jarak tanam yang lebih rapat.

2.2 Taksonomi Padi

Padi merupakan salah satu tanaman yang dibudidayakan di daerah yang memiliki iklim sedang dan tropis. Ambarwati (1992) dalam Sari (2016) menjelaskan secara taksonomi tanaman padi dapat di lihat dari:

Kingdom	: Plantae (Tumbuhan)
Subkingdom	: Tracheobionta (Tumbuhan Berpembuluh)
Super Divisi	: Spermatophyta (Menghasilkan Biji)
Divisi	: Magnoliophyta (Tumbuhan Berbunga)
Kelas	: Liliopsida (Berkeping satu/monokotil)
Sub Kelas	: Commelinidae
Ordo	: Poales
Famili	: Poaceae (suku rumput-rumputan)
Genus	: <i>Oryza</i>
Spesies	: <i>Oryza Sativa</i> L



Gambar 2.1 Padi

Sari (2016) menjelaskan bahwa tanaman padi terbagi menjadi tiga tipe berdasarkan bentuk morfologinya, yaitu:

1. Indica : tersebar di Asia Tropis dan Subtropis contohnya: Negara Cina Selatan, Filipina, Indonesia, Taiwan, India, dan Sri Lanka. Selain itu tersebar juga di beberapa negara di Afrika Selatan.
2. Japonica : tersebar di daerah sub tropis contohnya: Jepang, Korea, dan Penin
3. Javanica : padi Japonica yang tersebar di daerah Tropis, yaitu Indonesia

Ketiga tipe tanaman padi di atas memiliki perbedaan dalam subspecies padi yang akan di jelaskan dalam Tabel 2.1.

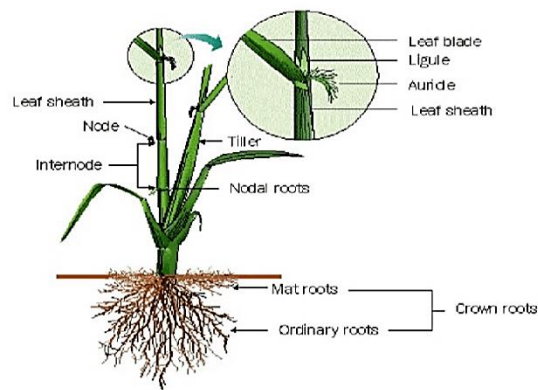
Tabel 2.1 Perbedaan Subspesies Padi *Indica*, *Japonica* dan *Javanica*

Sifat Pembeda	<i>Indica</i>	<i>Japonica</i>	<i>Javanica</i>
Daun	● Lebar sampai sempit	● Sempit	● Lebar
Gabah	● Berwarna hijau muda	● Berwarna hijau tua	● Kaku
Anakan	● Panjang sampai pendek	● Pendek	● Berwarna hijau muda
Tinggi Tanaman	● Ramping	● Agak bulat	● Panjang
Bulu	● Agak pipih	● Sedang	● Lebar
Jaringan Tanaman	● Banyak	● Pendek sampai sedang	● Tebal
Kepekaan Terhadap Fotoperiodisme	● Tinggi sampai sedang	● Ada yang tidak berbulu sampai berbulu Panjang	● Sedikit
Kadar Amilosa	● Lembut	● Keras	● tinggi
Suhu Gelatinasi	● Beragam	● Tidak ada sampai agak peka	● Berbulu Panjang atau tidak berbulu
	● 23-31% Bervariasi	● 10-24%	● Keras
		Rendah	● Agak peka
			● 20-25%
			Rendah

(Sumber: Sitaresmi, *et al.*, 2013)

2.3 Morfologi Padi

Padi dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu bagian vegetatif dan generatif. Bagian vegetatif terdiri dari akar, batang dan daun. Bagian generatif terdiri dari malai dan bunga, buah serta bentuk gabah. (Sari, 2016). Menurut Juliant (2013) morfologi tanaman padi dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.2 Morfologi Tanaman Padi

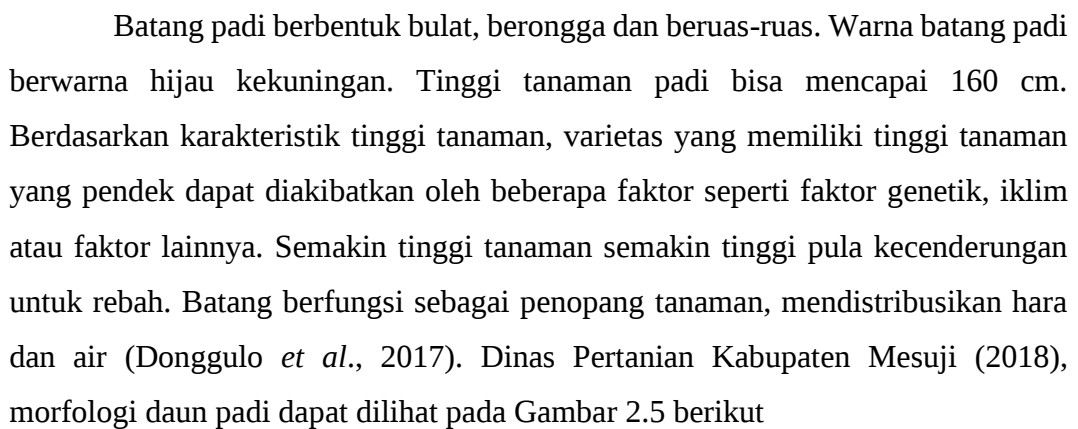
Bagian vegetatif yaitu organ-organ tanaman yang berfungsi mendukung atau menyelenggarakan proses pertumbuhan, termasuk dalam bagian ini adalah akar, batang dan daun. Fase generatif diawali dengan fase *primordial* bunga, termasuk dalam bagian generatif yaitu malai, bunga dan gabah atau buah padi (Krishnay, 2018). Menurut Saswin (2015) akar tanaman padi dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut.



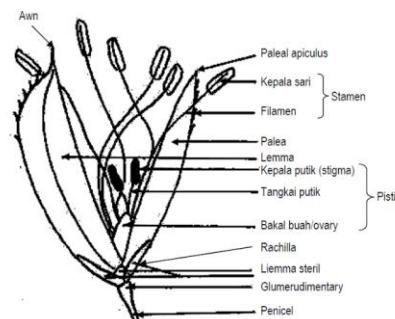
Gambar 2.3 Akar Tanaman Padi

Akar padi berfungsi untuk menopang batang, menyerap nutrisi dan air serta untuk pernafasan. Padi memiliki akar serabut yang tumbuh dari kecambah biji yang disebut akar utama (primer). Menurut Sandy *et al.*, (2019) menjelaskan mengenai akar lain yang tumbuh di dekat buku disebut akar seminal, akar padi tidak memiliki pertumbuhan sekunder sehingga tidak banyak mengalami perubahan. Akar tanaman padi berfungsi untuk menopang batang, menyerap nutrisi dan air, serta untuk pernafasan.

Gambar 2.4 Morfologi Batang Tanaman Padi

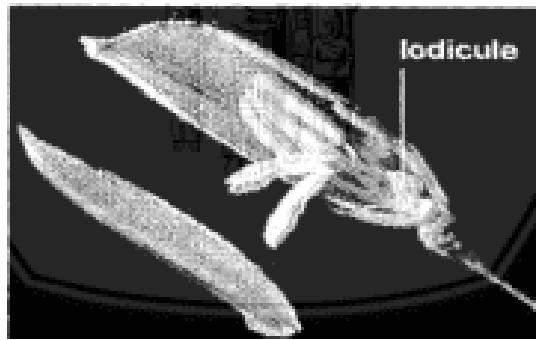


Daun merupakan bagian dari tanaman yang berwarna hijau karena mengandung klorofil (zat hijau daun) untuk fotosintesis. Daun tanaman padi tumbuh pada batang dalam susunan yang berselang-seling, satu daun pada tiap buku. Tiap daun terdiri atas helai daun, pelepah daun yang membungkus ruas, telinga daun, lidah daun (*ligule*). Panjang helaian daun bervariasi, umumnya berkisar antara 100 sampai 150 cm (Utama & Harja, 2015).Puslitbangtan (2006), *pistil* (organ betina) dan *stamen* (organ jantan) bunga padi dapat dilihat pada Gambar 2.6 berikut.



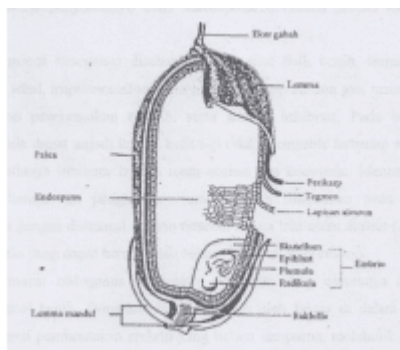
Gambar 2.6 *Pistil* (Organ Betina) dan *Stamen* (Organ Jantan) Bunga Padi

Bunga padi tergolong bunga sempurna tetapi tidak lengkap. bunga padi secara keseluruhan disebut malai. Tiap unit bunga pada malai dinamakan *spikelet* yaitu bunga yang terdiri atas tangkai, bakal buah, lemma, palea, putik, dan benang sari serta beberapa organ lainnya. Tiap unit bunga pada malai terletak pada cabang-cabang bulir yang terdiri atas cabang primer dan sekunder. Tiap unit bunga padi pada hakekatnya adalah floret yang hanya terdiri atas satu bunga, yang terdiri atas satu organ betina (pistil) dan enam organ jantan (stamen) (Masniawati *et al.*, 2015). Menurut IRRI (2017), *lodikula* tanaman padi dapat dilihat pada Gambar 2.7 berikut.



Gambar 2.7 *Lodikula* Tanaman Padi

Fitri (2023) ada dua mahkota yang dikenal sebagai *lodricula*, yang berubah bentuk di dasar bunga. Bagian ini sangat penting pada awal palea. *Ovarium* berhasil dikeringkan air oleh *lodricula*, menyebabkannya membesar. Benang sari keluar saat palea terbuka. Setelah bunga mekar, kantung debu pecah, mengeluarkan debu. Menurut Dinas Pertanian Kabupaten Mesuji (2018), morfologi gabah padi dapat dilihat pada Gambar 2.8 berikut.



Gambar 2.8 Morfologi Gabah

Buah padi yang sehari-hari kita sebut gabah yang sebenarnya bukan gabah melainkan buah padi yang tertutup oleh lemma dan palea. Lemma dan palea serta bagian lain akan membentuk sekam atau kulit gabah. Lemma selalu lebih besar dari palea dan menutupi hampir 2/3 permukaan beras, sedangkan sisi palea tepat bertemu pada bagian sisi lemma. Gabah terdiri atas biji yang terbungkus sekam (Janne *et al.*, 2018).

Padi selain mengandung karbohidrat dan protein, padi juga memiliki kandungan lain. Kandungan gizi beras dari beberapa galur padi PAC Nagdong/IR36 dapat di lihat pada tabel 2.2 berikut:

Tabel 2. 2 Kandungan Gizi Galur Padi PAC Nagdong/IR36

Kandungan	Taksiran
Karbohidrat	85.06% - 90.16 %
Amilosa	12.94% - 20.81 %
Amilopektin	69.35 % -76,17 %
Protein	7.76 µg/µl - 8.52 µg/µl
Lipid	0.65 % - 0.90 %
B-karoten	231.61 µg/µl -920.52 µg/µl

(Sumber: Fitriyah *et al*, 2020)

2.4 Penyakit Hawar Daun Bakteri

Penyakit hawar daun bakteri yang biasa disebut juga penyakit kresek merupakan penyakit penting pada padi di beberapa negara produsen beras termasuk Indonesia bahkan Asia Tropis (Saha *et al*, 2015; Jiang *et al*, 2020; Suryadi *et al*, 2016). Muaddin (2021), penyakit hawar daun bakteri pada padi dapat dilihat pada Gambar 2.9 berikut.



Gambar 2.9 Penyakit HDB pada Padi

Gejala kresek dan hawar dimulai pada bagian tepi daun yang berwarna keabu-abuan dan daun menjadi kering. Gejala menjadi sistemik dan menyerupai gejala terbakar pada varietas padi rentan. Kehilangan hasil karena *Xoo* mencapai

15-80%, bergantung pada stadia tanaman saat penyakit timbul. Penyakit HDB menjadi salah satu penyakit padi yang penting dan tersebar di berbagai ekosistem penghasil padi di Indonesia (Safrizal *et al.*, 2020). Penyakit HDB dapat mempengaruhi tanaman padi baik di dataran tinggi maupun dataran rendah, tetapi terutama padi di dataran rendah, dan sering muncul pada musim hujan (Sodiq *et al.*, 2017).

Padi yang diinfeksi oleh bakteri *Xoo* menyebabkan penyakit HDB. Penyakit HDB menurunkan produksi padi (Tridesianti *et al.*, 2016; Fatimah & Prasetyono, 2020). Menurut Shanti *et al.*, (2010) dan Fatimah & Prasetyono (2020), HDB dapat menurunkan produksi sampai 80%. Penyakit ini di Jepang dapat menurunkan hasil mencapai 20–50%. Kerugian pertanaman padi lebih besar di daerah tropis seperti Indonesia dibanding negara subtropis sebelum diterapkannya penggunaan varietas tahan dan karantina yang ketat, kerusakan karena HDB mencapai 20-30% (Tasliah, 2012; Khaeruni *et al.*, 2014; Yuliani *et al.*, 2015). HDB juga menurunkan kualitas gabah karena terganggunya pemasakan. Nurkartika *et al.*, (2017) dan Pinem & Syarif (2018), penyakit HDB termasuk penyakit terbawa benih (*seedborne diseases*). Penyakit ini tersebar hampir di seluruh daerah pertanaman padi di Indonesia baik di dataran tinggi maupun dataran rendah dan selalu muncul baik pada musim hujan maupun pada musim kemarau. Perkembangan penyakit ini lebih baik pada musim hujan. Intensitas penularan 20-30% dua minggu sebelum panen termasuk ambang kerusakan tanaman padi oleh penyakit HDB pada varietas *rentan* hingga *resisten*. Setiap kenaikan 10% intensitas penyakit dari kondisi ambang kerusakan 20% dapat mengakibatkan kehilangan hasil meningkat 4–6% (Sudir *et al.*, 2012; Wartono *et al.*, 2015). Kerusakan terberat terjadi apabila penyakit menyerang tanaman muda yang peka sehingga menimbulkan gejala kressek, dapat menyebabkan tanaman mati.

Penyakit HDB menjadi salah satu penyakit padi yang penting dan tersebar di berbagai ekosistem penghasil padi di Indonesia (Safrizal *et al.*, 2020). Penyakit HDB dapat mempengaruhi tanaman padi baik di dataran tinggi maupun dataran rendah, tetapi terutama padi di dataran rendah, dan sering muncul pada musim hujan (Sodiq *et al.*, 2017). Penyakit HDB disebabkan oleh bakteri *X. oryzae*

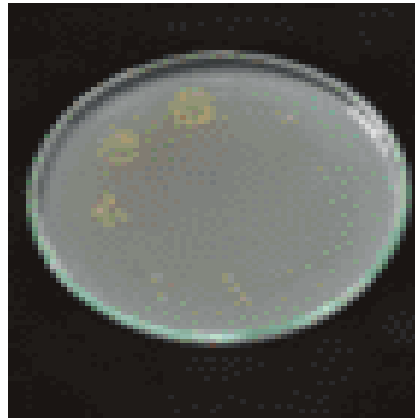
pv. oryzae (*Xoo*), yang dapat menginfeksi padi pada semua fase pertumbuhan, mulai dari pesemaian sampai menjelang panen. Penggunaan varietas padi yang tahan terhadap insiden pantogen *Xoo* masih menjadi komponen utama dalam tindakan pengendalian. Penggunaan varietas tahan juga lebih murah dan mudah dilakukan oleh petani.

Pengendalian penyakit *Xoo* yang selama ini dianggap paling efektif adalah penanaman varietas tahan. Cara ini terkendala oleh kemampuan patogen membentuk ras baru yang lebih virulen sehingga ketahanan varietas mudah terpatahkan. Pengembangan dan penanaman varietas tahan disesuaikan dengan ras yang ada. Petani di Indonesia masih banyak menghadapi kendala dalam meningkatkan produksi padi. Salah satu nya disebabkan oleh penyakit hawar daun bakteri (HDB). HDB merupakan salah satu penyakit tanaman padi yang sangat penting di negara-negara penghasil padi, termasuk Indonesia (Erfandari *et al* ., 2016).

Gabah akan tidak terisi penuh atau hampa jika serangan patogen terjadi pada saat padi berbunga. Pengisian bulir tidak maksimal karena daun bendera kering, sehingga kehilangan hasil dapat mencapai 50 – 70%. Penyakit ini sering muncul pada saat musim hujan. Tahun 2006 - 2011 intensitas serangan patogen penyakit meningkat secara nyata, sehingga produksi tanaman padi menurun (Sodiq *et al.*,2017). Gejala serangan *Xoo* menyebabkan daun padi berubah menjadi kuning pucat, layu, dan kemudian mati *X. oryzae* *pv. oryzae* (*Xoo*) menyerang padi pada semua fase pertumbuhan mulai dari fase persemaian sampai menjelang panen, menginfeksi tanaman padi pada bagian daun melalui luka daun atau lubang alami berupa stomata dan merusak klorofil daun. Kondisi ini menyebabkan kemampuan tanaman dalam fotosintesis menurun. Proses pengisian gabah kurang sempurna jika penularan penyakit terjadi pada fase generatif (Puspitasari, 2014).

2.5 Mikroba Rizosfer

Rizosfer banyak berperan dalam proses aktivasi biokontrol, menurunkan penyakit tanaman dengan menekan patogen tanah melalui kompetisi nutrisi dan antibiosis sebagai pemicu pertumbuhan tanaman sekaligus mampu menekan perkembangan patogen dalam tanah. Hasil penelitian ini sesuai menurut pendapat Sukmadewi *et al* (2015) yang menyatakan bahwa *rizosfer* terdapat pada perakaran tanaman yang secara langsung dipengaruhi oleh mikroba tanah yang dapat membantu pertumbuhan tanaman dan peningkatan penyerapan nutrisi yang menghasilkan hormon pertumbuhan pada padi. Menurut Sariasih *et al.* (2020), isolat bakteri *Xanthomonas oryzae* dapat dilihat pada Gambar 2.10 berikut.



Gambar 2.10 Isolat bakteri *Xanthomonas oryzae*

Ada banyak mikroorganisme berkembang di tanah, terutama pada tanaman *rhizosfer*, yakni lapisan tanah yang menyelimuti permukaan akar tanaman yang masih dipengaruhi oleh aktivitas akar, contohnya : *pseudomonas*, *micrococcus*, *bacillus*, *beggiatoa*, dan lain-lain. Sebagian besar spesies bakteri dan jamur sudah banyak diketahui memiliki hubungan fungsional dengan tanaman yang mampu memberi efek menguntungkan pada pertumbuhan tanaman, yakni dengan saling meningkatkan ketersediaan *nutrien* bagi keduanya (Odelade & Babalola, 2019; Jacoby *et al*, 2017).

Menurut Hermawati (2021) populasi mikroba *rizosfer* ini penting untuk memelihara kesehatan akar, serapan hara dan daya tahan tanaman terhadap tekanan

lingkungan. Manipulasi populasi mikroba *rizosfer* melalui inokulasi bakteri bermanfaat untuk pertumbuhan tanaman pada skala laboratorium dan rumah kaca menunjukkan hasil yang signifikan, tetapi pada skala lapang responnya beragam.

Klangsungan hidup bakteri *rhizosfer* dan kemampuannya dalam berkompetisi dengan mikroorganisme lain di lapang diduga berpengaruh terhadap keberhasilan aplikasi agen hayati, selain faktor fisika dan kimia (Prihatiningsih *et al*, 2019). Daerah sekitar perakaran, *rizosfer*, relatif kaya akan nutrisi/unsur hara di mana fotosintetis tanaman hilang sebanyak 40% dari akar. Konsekuensinya dukungan *rizosfer* cukup besar dan kemampuan menggunakan populasi *mikrobia* aktif yang bermanfaat, netral atau yang merusak berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman (Cahyani *et al*, 2017).

Pentingnya populasi *mikrobia* di sekitar *rizosfer* adalah untuk memelihara kesehatan akar, pengambilan nutrisi atau unsur hara, dan toleran terhadap stres/cekaman lingkungan pada saat sekarang telah dikenal. Mikroorganisme menguntungkan ini dapat menjadi komponen yang signifikan dalam manajemen pengelolaan untuk dapat mencapai hasil, yang mana ditegaskan bahwa hasil tanaman budidaya dibatasi hanya oleh lingkungan fisik alamiah tanaman dan potensial genetik bawaan (Cahyani *et al*, 2017).

Mikrobia yang berada pada zona *rizosfer* mempunyai kemampuan untuk membentuk mantel di daerah perakaran, berperan juga sebagai hara tanaman misalnya penyedia N, P dan K tersedia bagi tanaman, meningkatkan kemampuan tanaman memanfaatkan hara, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan dan penyakit, dan masih banyak lagi peran lainnya yang menguntungkan bagi tanaman. Peran *mikrobia rizosfer* tersebut dianggap sebagai pemacu pertumbuhan tanaman atau *Plant Growth Promoting Rhizospheric Microorganism* (PGPRM). PGPRM dapat menyebabkan peningkatan kemampuan tanaman dalam memanfaatkan air, peningkatan ketersediaan hara, peningkatan ketahanan tanaman terhadap serangan patogen (Backer *et al*, 2018).

2.6 Hipotesis

1. Diduga empat bakteri antagonis *rizosfer* padi berpengaruh nyata pada pengendalian penyakit hawar daun bakteri padi.
2. Diduga empat bakteri antagonis mampu melindungi padi dari penyakit hawar daun bakteri padi.
3. Diduga isolate empat bakteri antagonis mampu memacu pertumbuhan padi.