

Identifikasi Bakteri Patogen Pascapanen Jagung Pakan (*Zea mays* L.)**Identification of Postharvest Pathogenic Bacteria in Feed Corn (*Zea mays* L.)****Ahmad Maulana*, Yusriadi Marsuni, Ismed Setya Budi**

Prodi Proteksi Tanaman Jurusan HPT Fakultas Pertanian ULM

Corresponden Author: ahmat7130@gmail.com

Received: 15 Mei 2024; Accepted 27 Agustus 2025; Published 01 Oktober 2025

ABSTRACT

Postharvest plant pest organisms include bacteria. This research aims to determine the colony morphology characteristics and physiology of post-harvest pathogenic bacteria of feed corn (*Zea mays* L.), and to determine its genus. The method used was purposive sampling and samples were taken from the PT. Arutmin Indonesia Site Satui storage warehouse in Satui District, Tanah Bumbu Regency. Bacteria isolated from samples and positive for being pathogenic on corn seeds were identified by observing the colony's morphological characteristics and physiology. The results showed that the pathogenic bacteria identified were bacteria from the genus *Dickeya* and there were still bacteria of unknown genus, and no bacteria from the genus *Pantoea* were found. The first bacteria of the *Dickeya* genus are white with a grayish circular pattern in the middle, round to irregular shape, uneven edges, flat surface, and not shiny. These characteristics are the same as those of the *Dickeya zeae* bacteria. The second *Dickeya* genus of bacteria looks grayish white in the middle and bright white at the edges, round to irregular in shape, the edges look slightly blurry and slightly stringy, the surface is convex to flat, and shiny. These characteristics are the same as those of the *Dickeya chrysanthemi* bacteria. Based on their physiological characteristics, the bacteria obtained have similarities with the bacteria of the genus *Dickeya*, namely they are gram negative, can grow in aerobic and anaerobic conditions, can produce the catalase enzyme, are not yellow if grown on YDC media, can cause soft rot, and can produce the enzyme lecithinase.

Keywords: *Bacteria, Corn, Identification, Postharvest*

ABSTRAK

OPT pascapanen diantaranya adalah bakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik morfologi koloni dan fisiologi bakteri patogen pascapanen jagung pakan (*Zea mays* L.), serta dapat menentukan genusnya. Metode yang digunakan adalah purposive sampling dan sampel diambil dari gudang penyimpanan PT. Arutmin Indonesia Site Satui di Kecamatan Satui, Kabupaten Tanah Bumbu. Bakteri yang diisolasi dari sampel dan positif bersifat patogen pada benih jagung, diidentifikasi dengan mengamati karakteristik morfologi koloni dan fisiologinya. Hasil menunjukkan bakteri patogen yang diidentifikasi adalah bakteri dari genus *Dickeya* dan masih ada bakteri yang tidak diketahui genusnya, serta tidak didapat bakteri genus *Pantoea*. Bakteri genus *Dickeya* yang pertama berwarna putih dengan pola lingkaran berwarna keabu-abuan pada bagian tengahnya, bentuk bulat hingga tidak beraturan, tepi yang tidak rata, permukaan rata, dan tidak mengkilap. Karakteristik tersebut sama dengan karakteristik bakteri *Dickeya zeae*. Bakteri genus *Dickeya* yang kedua terlihat berwarna putih keabu-abuan pada bagian tengah dan putih terang pada bagian tepinya, bentuk bulat hingga tidak beraturan, tepi yang terlihat sedikit buram dan berbenang-benang, permukaan cembung hingga rata, dan mengkilap. Karakteristik tersebut

sama dengan karakteristik bakteri *Dickeya chrysanthemi*. Berdasarkan karakteristik fisiologinya, bakteri yang didapat memiliki kesamaan dengan bakteri genus *Dickeya* yaitu bersifat gram negatif, dapat tumbuh pada kondisi aerob dan anaerob, dapat menghasilkan enzim katalase, tidak berwarna kuning jika ditumbuhkan pada media YDC, dapat menimbulkan busuk lunak (soft rot), dan dapat menghasilkan enzim lesitinase.

Kata kunci: Bakteri, Identifikasi, Jagung, Pascapanen

Pendahuluan

Kegiatan budidaya jagung banyak mengalami kendala, diantaranya adalah kendala terkait OPT (Mumpuni *et al.*, 2021). Permasalahan OPT tidak hanya terjadi ketika tanaman berada di lahan melainkan dapat berlanjut ketika hasil tanaman sudah dipanen. OPT pascapanen dapat menurunkan kualitas dan kuantitas dari biji jagung. Organisme yang diduga dapat berperan sebagai OPT pascapanen pada jagung pakan adalah bakteri. Beberapa kerugian akibat patogen pascapanen menurut Chailani (2010), adalah dapat menurunkan daya perkecambahan, perubahan warna, penurunan bobot, perubahan biokimia, dan terbentuknya toksin. Penelitian terkait identifikasi cendawan patogen pascapanen jagung telah banyak dilaporkan seperti *Alternaria* sp., *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., dan *Rhizopus* sp. (Hanif & Susanti, 2019; Satmalawati & Rusae, 2022).

PT. Arutmin Indonesia Site Satui adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang pertambangan dan terletak di Kecamatan Satui, Kabupaten Tanah Bumbu. Perusahaan ini memiliki program Pemberdayaan dan Pengembangan Masyarakat (PPM) bidang pertanian. Penanaman jagung pakan dalam program tersebut bertujuan untuk mendukung ekosistem peternakan lokal dan akan terus disebarluaskan ke desa-desa di sekitar tambang. PT. Arutmin Indonesia Site Satui bekerjasama dengan Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat dalam program penelitian Kedaireka yang salah satunya untuk mengidentifikasi bakteri patogen pascapanen pada jagung pakan.

Informasi mengenai bakteri patogen yang dapat merusak biji jagung pascapanen relatif masih

sedikit. Menurut penelitian, bakteri patogen yang diketahui dapat merusak biji jagung adalah bakteri dari genus *Pantoea* dan *Dickeya* (Sudjono, 2018; & Mumpuni *et al.*, 2021). Berdasarkan hal ini maka masih perlu untuk dilakukan identifikasi terhadap bakteri patogen pascapanen yang terdapat pada biji jagung pakan. Menurut Astaty *et al.* (2018), identifikasi adalah proses untuk mengenal atau menandai sesuatu melalui pengamatan tanda-tanda tertentu yang muncul dan dapat dilihat. Identifikasi dilakukan dengan mengamati karakteristik morfologi koloni dan fisiologi bakteri. Pengujian karakteristik fisiologi bakteri berguna untuk mengetahui genus suatu bakteri (Pratama, 2021).

Metode Penelitian

Sterilisasi Alat

Sterilisasi dilakukan terhadap alat-alat berbahan kaca seperti cawan petri, tabung reaksi, dan botol kaca. Dilakukan dengan terlebih dahulu menyumbat alat yang mempunyai lubang seperti tabung reaksi dan botol kaca menggunakan kapas, kemudian membungkus alat-alat tersebut dengan kertas dan dilanjutkan dengan memasukkan semua alat ke dalam oven selama 1 jam dengan suhu 170 °C (Humairah, 2022).

Pembuatan Media NA

Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat 1 liter media NA adalah Peptone 5.0 gram, Beef extract 3.0 gram, dan Agar 20.0 gram. Semua bahan dilarutkan ke dalam 1 liter *aquadest* sambil dipanaskan. Setelah itu diangkat dan dituang ke dalam botol kaca lalu ditutup dengan *aluminium foil* dan *dicling wrap*. Kemudian media diautoklaf pada suhu 121°C atau pada tekanan 15 psi selama 30 menit (Isnaeni *et al.*, 2021).

Uji Perkecambahan Sampel Biji Jagung Pakan

Uji perkecambahan sampel biji jagung pakan dilakukan untuk mengetahui kualitas pertumbuhan kecambah dari biji jagung tersebut. Pengujian dilakukan seperti metode yang diterapkan Badan Karantina Pertanian (2008), yaitu sampel biji jagung pakan direndam dalam air hangat beberapa jam. Selanjutnya masing-masing sampel dikecambahkan sebanyak 10 biji dengan menabur pada tisu steril basah di cawan petri. Sampel biji jagung ditumbuhkan selama kurang lebih 2 minggu, kemudian dihitung persentase perkecambahan dan laju perkecambahannya seperti perhitungan dalam penelitian Karuntu (2019), serta mengamati gejala pada kecambah. Sebagai kontrol juga dikecambahkan biji jagung sehat.

Isolasi Sampel Biji Jagung Pakan pada Media NA

Isolasi dilakukan untuk mendapatkan biakan bakteri dari sampel biji jagung pakan. Sampel jagung terlebih dahulu dibersihkan dengan air mengalir lalu setiap biji jagung dibelah 2. Isolasi dilakukan di *Laminar Air Flow*, sebelum diisolasi terlebih dahulu dilakukan sterilisasi dengan mencelupkannya ke dalam alkohol 70% lalu dicelupkan pada *aquadest* sebanyak 3 kali. Setelah itu sampel dikeringkan pada tisu. Isolasi dilakukan dengan meletakkan potongan sampel di atas permukaan media NA. Setelah bakteri tumbuh, kemudian dilakukan purnian dengan mengambil sedikit ose bakteri dan menumbuhkannya pada media yang baru (Ginting *et al.*, 2020).

Uji Postulat Koch Bakteri pada Benih Jagung Sehat

Uji postulat koch dilakukan untuk mengetahui apakah bakteri yang didapat bersifat patogen pada benih dan kecambah jagung. Metode pengujian dilakukan seperti metode yang digunakan Hanif & Susanti (2019), pertama-tama benih jagung sehat direndam beberapa jam.

Selanjutnya benih jagung disterilisasi dengan alkohol 70% lalu dibilas dengan *aquadest* sebanyak 3 kali lalu dikering anginkan dalam *Laminar Air Flow*. Benih jagung yang telah steril diletakkan pada media NA yang berisi isolat bakteri yang telah diisolasi sebelumnya. Sebanyak 10 benih dimasukkan pada setiap isolat dan untuk kontrol benih juga ada yang ditumbuhkan pada media NA steril. Selanjutnya benih ditumbuhkan selama 2 minggu pada suhu ruang dengan meletakkan cawan petri tanpa tutup di dalam plastik steril untuk mempertahankan kelembaban. Setelah 2 minggu ditumbuhkan, kemudian dihitung persentase perkecambahan dan laju perkecambahannya seperti perhitungan dalam penelitian Karuntu (2019), serta mengamati gejala pada kecambah. Gejala-gejala yang ada akan dibandingkan dengan gejala yang muncul pada uji perkecambahan sampel biji jagung pakan. Benih atau kecambah jagung yang bergejala akan diisolasi pada media NA untuk mendapatkan bakteri pada bagian yang bergejala. Bakteri yang didapat dibandingkan dengan bakteri yang diinokulasikan sebelumnya. Apabila ada bakteri yang tumbuh dan sama dengan bakteri yang diinokulasikan maka bakteri tersebut positif bersifat patogen pada benih jagung dan akan dilanjutkan ke tahap identifikasi (Pratama, 2021).

Identifikasi Karakteristik Morfologi Koloni Bakteri

Identifikasi karakteristik morfologi koloni bakteri bertujuan untuk mengetahui ciri-ciri bakteri dari segi morfologi koloninya. Menurut Holderman *et al.* (2017), morfologi koloni bakteri perlu diamati karena ciri-ciri morfologi dapat membantu menentukan jenis bakteri tersebut. Menurut Zuraidah *et al.* (2020), ciri-ciri morfologi koloni bakteri yang tumbuh pada media agar dapat dibedakan berdasarkan warna, bentuk, tepi, dan permukaan koloni. Sehingga pengamatan yang

dilakukan juga meliputi warna, bentuk, tepi, dan permukaan koloni.

Identifikasi Karakteristik Fisiologi Bakteri

Identifikasi karakteristik fisiologi dilakukan dengan beberapa pengujian, yaitu:

1. Uji gram. Pengujian ini berguna untuk membedakan bakteri gram positif dengan bakteri gram negatif. Pengujian dilakukan dengan cara mencampurkan satu tetes KOH 3% dengan sedikit ose bakteri yang diambil dari biakan murni. Bakteri dan KOH 3% diaduk menggunakan jarum ose sampai tercampur. Jarum ose diangkat 0,5-1 cm, jika campuran koloni bakteri dengan KOH 3% terlihat melengket pada jarum ose maka bakteri yang diujikan termasuk bakteri gram negatif. Sedangkan bakteri yang tidak lengket pada jarum ose maka termasuk bakteri gram positif (Badan Karantina Pertanian, 2008).
2. Uji pertumbuhan aerob dan anaerob. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah bakteri dapat tumbuh pada kondisi aerob atau anaerob, atau dapat tumbuh pada kedua jenis kondisi tersebut. Pengujian ini menggunakan media basal (Hugh-Leifson). Media dituang ke dalam tabung reaksi sebanyak 4,5 ml per tabung. Sebelum disterilisasi ditambahkan glukosa 10% sebanyak 0,5 ml. Kemudian diautoklaf pada suhu 121°C selama 20 menit. Setelah media disterilisasi baru dilakukan inokulasi bakteri pada media. Ose bakteri diambil menggunakan jarum ose, lalu ditusukkan jarum ose tersebut pada media. Inokulasi dilakukan pada dua tabung untuk setiap isolat bakteri. Pada salah satu tabung ditambahkan parafin cair untuk menciptakan kondisi anaerob dan tabung lainnya dibiarkan dalam kondisi aerob (tanpa parafin cair). Kemudian diinkubasi selama kurang lebih 72 jam pada suhu ruang. Adanya perubahan warna media dari biru menjadi hijau hingga kuning menunjukkan bahwa bakteri mampu tumbuh (Badan Karantina Pertanian, 2008).
3. Uji katalase. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan bakteri menghasilkan enzim katalase. Pengujian dilakukan dengan meneteskan sebanyak 2 tetes larutan H₂O₂ 3% pada *slide glass*, kemudian ose bakteri yang berumur 48 jam dioleskan dan dicampurkan pada larutan H₂O₂ tersebut. Jika terbentuk gelembung udara mengindikasikan reaksi positif yang berarti bakteri yang diujikan dapat menghasilkan enzim katalase dan jika tidak muncul gelembung udara maka hasilnya negatif atau bakteri tidak dapat menghasilkan enzim katalase (Badan Karantina Pertanian, 2008).
4. Uji warna koloni kuning pada media YDC. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kemampuan bakteri menghasilkan pigmen karatenoid yang ditandai dengan koloni bakteri berwarna kuning ketika ditumbuhkan pada media YDC. Bakteri ditumbuhkan pada media agar YDC dan diinkubasi pada suhu 30°C di dalam oven selama 48 jam. Jika bakteri yang tumbuh terlihat berwarna kuning maka menunjukkan hasil positif dan sebaliknya jika bakteri yang tumbuh tidak berwarna kuning maka menunjukkan hasil negatif (Badan Karantina Pertanian, 2008).
5. Uji busuk lunak (*soft rot*). Pengujian busuk lunak bertujuan untuk mengetahui kemampuan bakteri menimbulkan busuk lunak. Pengujian dilakukan dengan menggunakan media umbi kentang, potongan kentang disterilisasi menggunakan alkohol 70% dan dibilas dengan *aquadest* sebanyak 3 kali. Kentang diletakkan pada cawan petri yang telah dilapisi tisu steril yang dibasahi. Pada kentang dibuat irisan melintang setelah itu diolesi dengan ose bakteri. Kemudian cawan petri ditutup dan di *cling wrap*

dan diinkubasi selama 48 jam pada suhu ruang. Hasil positif ditandai dengan tumbuhnya bakteri pada permukaan kentang dan kentang membusuk (Badan Karantina Pertanian, 2008).

6. Uji lesitinase. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan bakteri menghasilkan enzim lesitinase. Uji lesitinase dilakukan dengan menggunakan media Yeast Peptone Agar (YPA). Media YPA dicampurkan dengan kuning telur sebanyak 0,5 ml dan diratakan di cawan petri. Ose bakteri kemudian digoreskan pada media yang telah siap lalu diinkubasi dalam suhu ruang selama 72 jam. Bakteri yang menghasilkan zona buram pada bagian tepinya

menunjukkan hasil positif yang berarti bakteri tersebut dapat menghasilkan enzim lesitinase (Pratama, 2021).

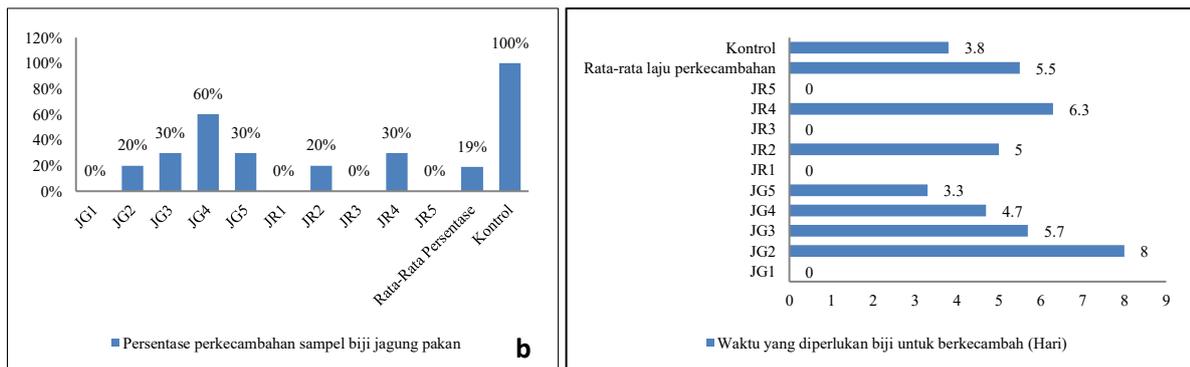
Hasil dan Pembahasan

Uji Perkecambahan Sampel Biji Jagung Pakan

Hasil uji perkecambahan menunjukkan lebih banyak biji yang tidak mampu berkecambah. Beberapa kecambah tumbuh tidak normal dengan gejala kecambah kecil, daun kecambah tidak terbuka, daun terlihat rusak dengan warna kecoklatan, dan akar yang pendek. Contoh gejala pada hasil uji perkecambahan sampel biji jagung pakan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Contoh gejala pada uji perkecambahan sampel biji jagung pakan (Ket: (a) biji jagung yang membusuk; (b) kecambah jagung yang tumbuh tidak normal; (c) kecambah jagung yang tumbuh normal; (d) gejala daun layu dan kecoklatan; (e) gejala akar membusuk; dan (f) contoh kecambah dari benih jagung sehat)



Gambar 2. Diagram persentase perkecambahan (a) dan laju perkecambahan (b) sampel biji jagung pakan (Ket: (JG1, JG2, JG3, JG4, JG5, JR1, JR2, JR3, JR4, JR5) adalah sampel biji jagung pakan; (Rata-rata persentase) adalah rata-rata persentase perkecambahandari semua sampel; (Rata-rata laju perkecambahan) adalah rata-rata laju perkecambahan dari semua sampel yang terdapat biji berkecambah dan; (Kontrol) adalah benih jagung sehat)

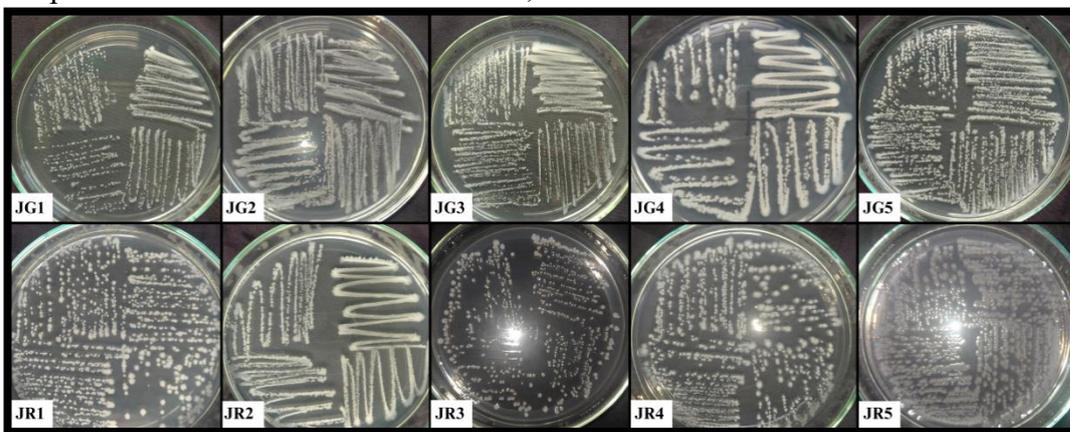
Kecambah yang tumbuh tidak normal sesuai dengan pernyataan Nurhafidah *et al.* (2021) tentang ciri-ciri kecambah dikatakan tidak normal yaitu daun kecambah rusak, akar pendek, kecambah yang bentuknya cacat seperti daun tidak terbuka, dan ukuran kecambah yang kecil, sedangkan kecambah normal dicirikan dengan semua struktur kecambah berkembang dengan baik. Sangat sedikit kecambah yang dapat tumbuh normal pada uji perkecambahan sampel biji jagung pakan.

Persentase perkecambahan sampel biji jagung pakan dapat dilihat pada Gambar 2a. Persentase perkecambahan tersebut tergolong rendah dan jika dirata-ratakan persentasenya hanya 19% (Gambar 2a). Idealnya setiap biji yang baik harus memiliki persentase perkecambahan yang tinggi, karena persentase perkecambahan menggambarkan kualitas dan kemampuan biji untuk bertahan hidup jika ditumbuhkan pada kondisi lapang (Karuntu, 2019). Laju perkecambahan sampel biji jagung pakan juga dapat dilihat pada Gambar 2b. Jika dirata-ratakan,

laju perkecambahan dari biji yang berkecambah adalah 5,5 hari. Sampel dengan kode JG1, JR1, JR3, dan JR5 tidak dilakukan perhitungan karena tidak ada biji yang berkecambah dari sampel tersebut. Laju perkecambahan menunjukkan kekuatan tumbuh suatu biji, biji yang cepat tumbuh tentunya memiliki kualitas yang lebih baik (Karuntu, 2019).

Isolasi Sampel Biji Jagung Pakan pada Media NA

Isolat bakteri yang didapat dari isolasi sampel biji jagung pakan terlihat ada beberapa macam berdasarkan bentuk morfologi koloninya namun dari segi warna koloni semua isolat terlihat berwarna putih. Berdasarkan permukaan koloninya isolat dengan kode JG1, JG2, JG3, JR1, JR2, dan JR4 terlihat rata dan tidak mengkilap. Isolat lainnya yaitu isolat dengan kode JG4, JG5, JR3, dan JR5 menunjukkan koloni yang terlihat cembung dan mengkilap. Isolat bakteri hasil isolasi sampel biji jagung pakan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Isolat bakteri umur 1 hari hasil isolasi sampel biji jagung pakan (Ket: (JG1, JG2, JG3, JR1, JR2, dan JR4) menunjukkan morfologi koloni yang terlihat berwarna putih, rata dan tidak mengkilap; (JG4, JG5, JR3, dan JR5) menunjukkan morfologi koloni yang terlihat berwarna putih, cembung dan mengkilap)

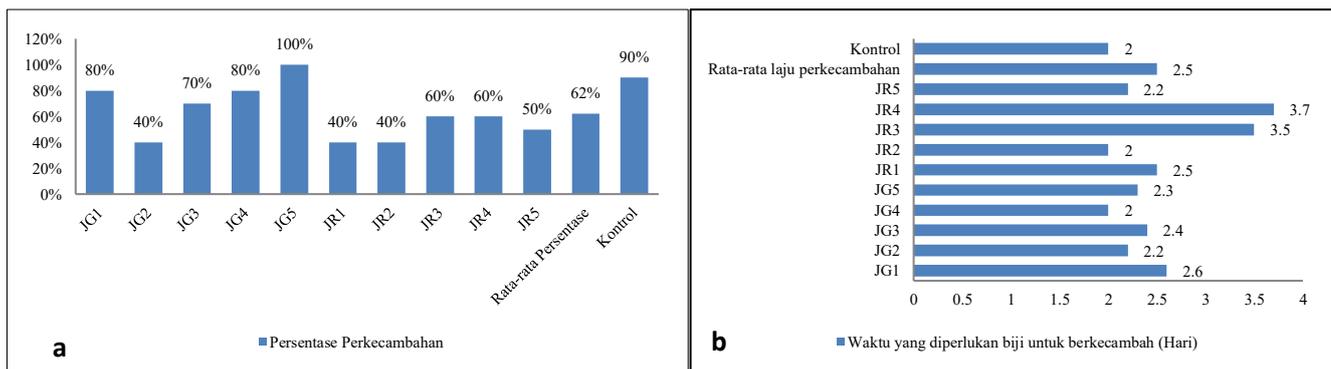
Uji Postulat Koch Bakteri pada Benih Jagung Sehat

Semua benih jagung yang diinokulasi bakteri menimbulkan gejala. Beberapa benih jagung tidak mampu berkecambah dan akhirnya membusuk. Beberapa kecambah dapat tumbuh normal. Sementara itu, kecambah yang tumbuh tidak normal memiliki ciri-ciri daun tidak terbuka, akar yang pendek, dan ukuran kecambah kecil. Gejala kecambah dari benih jagung yang

diinokulasi bakteri terlihat lebih parah dari pada gejala kecambah sampel biji jagung pakan, karena semua kecambah baik itu kecambah normal maupun kecambah yang tidak normal sama-sama layu dengan warna daun menjadi coklat kehitaman dan agak basah, hingga mengalami pembusukan. Contoh gejala pada kecambah dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Contoh gejala pada benih dan kecambah jagung pada uji postulat Koch (Ket: (a) gejala busuk pada benih jagung; (b) kecambah yang tumbuh tidak normal; (c) gejala pada daun yang menjadi kecoklatan; (d) kecambah jagung yang membusuk; dan (e) kecambah dari benih jagung sehat tanpa inokulasi bakteri (kontrol))



Gambar 5. Diagram persentase perkecambahan (a) dan laju perkecambahan (b) benih jagung sehat yang diinokulasi bakteri (Ket: JG1, JG2, JG3, JG4, JG5, JR1, JR2, JR3, JR4, JR5) adalah benih jagung sehat yang diinokulasi bakteri; (Rata-Rata Persentase) adalah rata-rata persentase perkecambahan dari semua benih jagung yang diinokulasi bakteri; Rata-rata laju perkecambahan adalah rata-rata laju perkecambahan dari semua benih jagung yang diinokulasi bakteri; dan Kontrol adalah benih jagung sehat tanpa inokulasi

Gejala pada hasil uji postulat Koch sesuai dengan pendapat Pratama (2021), yang menyatakan gejala yang ditunjukkan pada kecambah jagung setelah diinokulasi bakteri adalah daun terlihat layu dengan warna coklat hingga kehitaman, daun agak basah (water soak), dan terjadi pembusukan pada kecambah.

Persentase perkecambahan benih jagung yang telah diinokulasi bakteri jika dirata-ratakan menunjukkan nilai persentase hanya sebesar 62% (Gambar 5a). Menurut Karuntu (2019), benih jagung berkualitas baik seharusnya memiliki

persentase perkecambahan minimal 80%. Rata-rata persentase perkecambahan yang rendah dari benih jagung menunjukkan adanya pengaruh negatif dari bakteri yang telah diinokulasikan terhadap kemampuan berkecambah benih jagung. Berdasarkan hasil perhitungan laju perkecambahan benih jagung yang diinokulasi bakteri tidak berbeda jauh dengan laju perkecambahan benih jagung tanpa inokulasi bakteri atau kontrol (Gambar 5b). Hal ini diduga karena benih yang digunakan merupakan benih sehat yang mampu berkecambah dengan cepat, sehingga beberapa

benih masih mampu tumbuh sebelum bakteri menginfeksi benih sepenuhnya. Sesuai dengan pendapat Karuntu (2019) yang menyatakan bahwa benih yang memiliki kemampuan berkecambah lebih cepat cenderung lebih tahan dan mampu berkecambah pada kondisi yang kurang optimum.

Sesuai tahapan dalam uji postulat Koch menurut Badan Karantina Pertanian (2008), benih dan kecambah yang bergejala kemudian diisolasi untuk mendapatkan bakteri yang ada pada bagian tersebut. Bakteri yang tumbuh kemudian dibandingkan dengan bakteri yang diinokulasikan sebelumnya. Menurut Pratama (2021), jika bakteri yang tumbuh sama dengan bakteri yang diinokulasikan maka postulat Koch terpenuhi yang artinya bakteri yang telah diinokulasikan positif

bersifat patogen pada benih jagung. Tidak semua bakteri yang tumbuh sama dengan bakteri yang diinokulasikan sebelumnya. Hasil isolasi dari benih dan bagian kecambah jagung yang bergejala didapatkan 5 isolat yang sama dengan isolat yang diinokulasikan sebelumnya yaitu isolat JG3, JG4, JR1, JR4, dan JR5, sedangkan untuk isolat JG1, JG2, JG5, JR2, dan JR3 yang tumbuh adalah bakteri yang berbeda.

Identifikasi Karakteristik Morfologi Koloni Bakteri

Adapun hasil dari identifikasi morfologi koloni bakteri dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Morfologi Koloni Bakteri

Kode Isolat	Gambar Koloni	Warna Koloni	Bentuk dan Tepi Koloni	Permukaan Koloni
JG3		Putih dengan pola melingkar keabu-abuan pada bagian tengah	Bulat hingga tidak beraturan, tepi tidak rata	Rata, tidak mengkilap
JG4		Putih, keabu-abuan pada bagian tengah	Bulat hingga tidak beraturan, tepi berbenang-benang	Cembung, mengkilap
JR1		Putih dengan pola melingkar keabu-abuan pada bagian tengah	Bulat hingga tidak beraturan, tepi tidak rata	Rata, tidak mengkilap
JR4		Putih dengan pola melingkar keabu-abuan pada bagian tengah	Bulat hingga tidak beraturan, tepi tidak rata	Rata, tidak mengkilap
JR5		Putih, keabu-abuan pada bagian tengah	Bulat hingga tidak beraturan, dengan bagian tepi sedikit buram dan sedikit berbenang-benang	Cembung, mengkilap

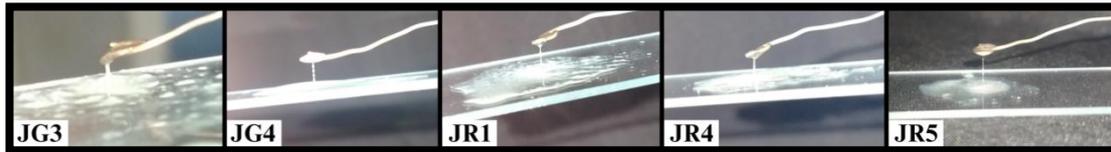
Identifikasi Karakteristik Fisiologi Bakteri Uji Gram

Hasil uji gram menunjukkan bahwa semua isolat yang diujikan merupakan bakteri gram negatif. Hal ini dapat dilihat pada hasil pengujian,

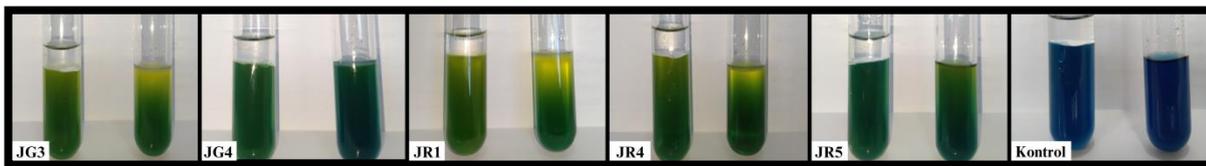
campuran KOH3% dan bakteri terlihat melengket pada jarum ose ketika jarum ose tersebut diangkat (Gambar 6). Dinding sel bakteri yang tipis akan pecah saat bakteri dicampurkan dengan KOH 3% sehingga menghasilkan lendir yang menunjukkan

bahwa bakteri tersebut termasuk bakteri gram negatif sedangkan bakteri yang memiliki dinding sel tebal akan mengasilkan reaksi yang sebaliknya sehingga dikategorikan sebagai bakteri gram positif (Marlina, 2007). Bakteri patogen tumbuhan yang diketahui sering menimbulkan kerusakan

pada pertanaman atau hasil pertanian dan bersifat gram negatif adalah *Erwinia*, *Pantoea*, *Xylophilus*, *Acidovorax*, *Burkholderia*, *Ralstonia*, *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Agrobacterium*, *Rhizobium*, *Pectobacterium*, dan *Dickeya* (Badan Karantina Pertanian, 2008; & Pratama, 2021).



Gambar 6. Hasil uji gram isolat bakteri kode JG3, JG4, JR1, JR4, dan JR5 (Ket: semua bakteri bersifat gram negatif karena campuran ose bakteri dengan KOH 3% menghasilkan lendir atau melengket ketika jarum ose diangkat)



Gambar 7. Hasil uji kemampuan tumbuh isolat bakteri kode JG3, JG4, JR1, JR4, dan JR5 pada kondisi aerob dan anaerob (Ket: semua bakteri mampu tumbuh pada kondisi aerob dan anaerob yang ditandai dengan adanya perubahan warna dari biru menjadi hijau kekuningan pada semua media yang diinokulasi bakteri; dan (Kontrol) adalah media yang tidak diinokulasi bakteri dan tidak mengalami perubahan warna)

Uji Pertumbuhan Aerob dan Anaerob

Semua isolat bakteri yang diuji dapat tumbuh pada kedua kondisi yaitu aerob dan anaerob. Hal ini dapat dilihat pada hasil pengujian (Gambar 7), semua media yang diinokulasi bakteri berubah warna dari biru menjadi hijau hingga kekuningan. Pada media salah satu bahan yang digunakan adalah bromothymol blue. Menurut Pratama (2021), ketika bakteri tumbuh pada media, bakteri akan menguraikan bahan organik yang ada di dalam media tersebut. Terurainya bahan organik pada media menyebabkan penurunan pH sehingga membuat bromothymol blue akan bereaksi merubah warna media menyesuaikan tingkat pHnya. Perubahan warna tersebut mengindikasikan

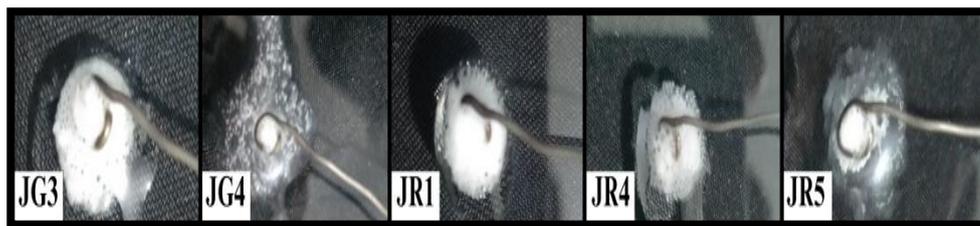
bahwa isolat yang diuji selain dapat tumbuh pada kondisi aerob juga dapat tumbuh pada kondisi anaerob. Menurut Tjampakasari (2023), secara umum bakteri dapat dibagi tiga golongan. Pertama aerob obligat, adalah bakteri yang hanya dapat tumbuh pada kondisi tersedia oksigen. Kedua anaerob obligat, adalah bakteri yang hanya dapat tumbuh pada kondisi tidak ada oksigen. Ketiga anaerob fakultatif, adalah bakteri yang dapat tumbuh pada kedua jenis kondisi yaitu tersedia oksigen dan tanpa oksigen. Bakteri patogen tumbuhan yang bersifat gram negatif dan mampu tumbuh pada kondisi aerob dan anaerob adalah *Erwinia*, *Pantoea*, *Dickeya*, dan *Pectobacterium*

(Badan Karantina Pertanian, 2008 & Pratama, 2021).

Uji Katalase

Semua isolat yang diujikan pada uji katalase menunjukkan hasil positif. Terlihat pada hasil pengujian muncul gelembung-gelembung udara ketika ose bakteri dicampurkan dengan H₂O₂ 3% (Gambar 8). Menurut Pulungan & Tumangger (2018), isolat yang mengeluarkan gelembung gas pada saat ditetesi H₂O₂ 3% berarti isolat tersebut positif menghasilkan enzim katalase. Terbentuknya gelembung-gelembung gas pada uji katalase merupakan respon bakteri sebagai mekanisme pertahanan sel bakteri terhadap adanya H₂O₂ yang berbahaya bagi sel-sel bakteri. Beberapa jenis bakteri dapat menghasilkan enzim katalase yang dapat

memecah H₂O₂ menjadi senyawa yang tidak berbahaya (Murali & Patel, 2017). Berdasarkan dua pengujian sebelumnya yaitu uji gram dan uji pertumbuhan aerob dan anaerob, hasil menunjukkan bakteri yang diuji memiliki ciri yang mirip dengan bakteri dari genus *Erwinia*, *Pantoea*, *Dickeya*, dan *Pectobacterium* yaitu bersifat gram negatif dan dapat tumbuh pada kondisi aerob dan anaerob. Menurut beberapa penelitian, keempat genus bakteri tersebut akan menunjukkan hasil positif pada uji katalase (Javandira *et al.*, 2013; Desi *et al.*, 2014; Silalahi, 2020; & Suriani *et al.*, 2023). Hasil positif pada uji katalase yang telah dilakukan menunjukkan bahwa semua bakteri yang telah diujikan ciri-cirinya semakin mendekati ciri-ciri bakteri dari genus *Erwinia*, *Pantoea*, *Dickeya*, dan *Pectobacterium*.



Gambar 8. Hasil uji katalase isolat bakteri kode JG3, JG4, JR1, JR4, dan JR5 menggunakan H₂O₂ 3% (Ket: semua bakteri menunjukkan kemampuan menghasilkan enzim katalase yang ditandai dengan campuran ose bakteri dan H₂O₂ 3% menghasilkan gelembung udara)



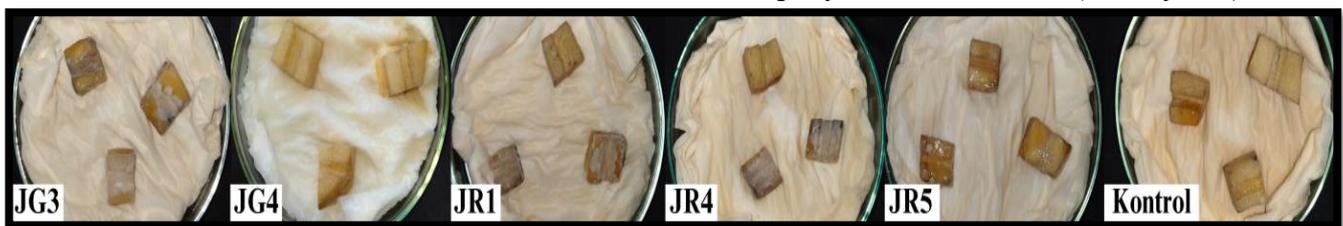
Gambar 9. Hasil uji warna koloni kuning isolat bakteri kode JG3, JG4, JR1, JR4, dan JR5 pada media YDC (Ket: semua bakteri yang diuji tidak dapat menghasilkan pigmen karatenoid karena tidak menunjukkan koloni yang berwarna kuning pada media YDC, tetapi tumbuh dengan koloni berwarna putih)

Uji Warna Koloni Kuning pada Media YDC

Pengujian warna koloni kuning pada media YDC menunjukkan hasil negatif untuk semua isolat karena koloni bakteri yang tumbuh tidak berwarna kuning (Gambar 9). Berdasarkan hasil dari ketiga pengujian sebelumnya, menunjukkan bahwa ciri-ciri bakteri yang diujikan mirip dengan bakteri dari genus *Erwinia*, *Pantoea*, *Dickeya*, dan *Pectobacterium*. Menurut hasil penelitian Pratama (2021), bakteri dari genus *Pantoea* dapat dibedakan dari bakteri genus *Erwinia*, *Dickeya*, dan *Pectobacterium* karena bakteri genus *Pantoea* akan menunjukkan hasil positif pada uji warna koloni kuning menggunakan media YDC, sedangkan bakteri genus *Erwinia*, *Dickeya*, dan *Pectobacterium* akan menunjukkan hasil negatif atau koloni yang tumbuh akan terlihat berwarna putih. Berdasarkan hasil pengujian pada media YDC yang telah dilakukan semua isolat yang tumbuh berwarna putih yang artinya semua isolat menunjukkan hasil negatif pada pengujian ini. Hasil negatif pada pengujian ini menunjukkan bahwa tidak ada bakteri dari genus *Pantoea* diantara bakteri yang telah diujikan, namun hasil pengujian ini menunjukkan bahwa bakteri yang diujikan memiliki ciri-ciri yang semakin mirip dengan bakteri genus *Erwinia*, *Dickeya*, dan *Pectobacterium*.

Uji Busuk Lunak (Soft Rot)

Hasil pengujian menunjukkan ada empat isolat yang positif dapat tumbuh dan menimbulkan busuk lunak pada permukaan kentang yaitu isolat dengan kode JG3, JR1, JR4, dan JR5. Sementara itu, satu isolat yaitu isolat dengan kode JG4 menunjukkan hasil negatif karena koloni bakteri tidak tumbuh pada permukaan kentang dan tidak terjadi pembusukan pada kentang (Gambar 10). Sesuai dengan pendapat Pratama (2021), yang menyatakan hasil uji busuk lunak (*soft rot*) positif ditandai dengan tumbuhnya koloni bakteri serta terjadi pembusukan pada bagian kentang yang diolesi bakteri. Berdasarkan pengujian sebelumnya, masing-masing bakteri yang telah diujikan memiliki ciri-ciri yang paling mendekati tiga genus bakteri yaitu genus *Erwinia*, *Dickeya*, dan *Pectobacterium*. Menurut Pratama (2021), bakteri genus *Dickeya* dan *Pectobacterium* akan menunjukkan hasil positif pada uji busuk lunak. Sementara itu, bakteri genus *Erwinia* ada dua macam yaitu ada yang positif pada uji busuk lunak (*Erwinia* golongan *soft rot*) dan ada yang negatif (*Erwinia* golongan *non soft rot*) (Wasendorf *et al.*, 2022). Berdasarkan hal ini maka isolat dengan kode JG3, JR1, JR4, dan JR5 memiliki kemiripan dengan bakteri genus *Dickeya*, *Pectobacterium*, dan *Erwinia* golongan penyebab busuk lunak (*soft rot*), sedangkan isolat dengan kode JG4 mirip dengan ciri-ciri bakteri genus *Erwinia* golongan bukan penyebab busuk lunak (*non soft rot*).

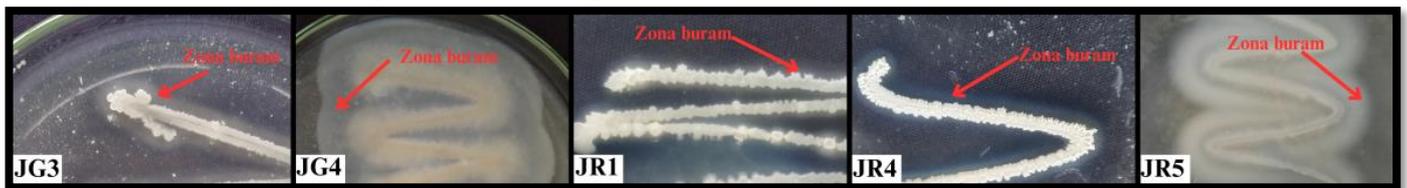


Gambar 10. Isolat bakteri kode JG3, JG4, JR1, JR4, dan JR5 menimbulkan busuk lunak atau *soft rot* menggunakan kentang dapat tumbuh serta menimbulkan busuk lunak pada kentang; isolat kode (JG4) tidak mampu tumbuh dan menimbulkan busuk lunak pada kentang; dan (Kontrol) potongan kentang yang tidak diinokulasi bakteri tidak mengalami pembusukan

Uji Lesitinase

Berdasarkan uji lesitinase semua isolat menunjukkan hasil positif. Hasil positif ditandai dengan munculnya zona buram pada tepi isolat bakteri yang ditumbuhkan pada media YPA (Gambar 11). Menurut Pratama (2021), kuning telur yang ditambahkan pada media YPA adalah salah satu bahan yang mengandung lesitin dan sesuai untuk digunakan dalam pengujian lesitinase. Lesitin adalah senyawa yang mengandung campuran lemak dan fosfatida yang banyak terdapat di dalam hewan maupun tumbuhan dan paling banyak terdapat di dalam kedelai dan kuning telur (Arismet, 2014). Adanya zona buram pada

tepi isolat disebabkan oleh pengendapan lemak akibat pemecahan fosfor dan kolin yang terkandung di dalam senyawa lesitin (Pratama, 2021). Menurut Pratama (2021), bakteri dari genus *Dickeya* akan menunjukkan hasil positif pada uji lesitinase. Sementara itu, bakteri dari genus *Erwinia* dan *Pectobacterium* diketahui negatif pada uji lesitinase atau tidak dapat menghasilkan enzim lesitinase (Mahmoudi *et al.*, 2007; & Oktaviana, 2018). Sehingga dapat disimpulkan bahwa genus bakteri yang paling mendekati ciri-ciri dari bakteri yang telah diuji adalah bakteri genus *Dickeya*.



Gambar 11. Hasil uji lesitinase isolat bakteri kode JG3, JG4, JR1, JR4, dan JR5 menggunakan media YPA (Ket: semua bakteri mampu menghasilkan enzim lesitinase karena bakteri menghasilkan zona buram saat ditumbuhkan pada media YPA)

Hasil identifikasi karakteristik morfologi koloni dan fisiologi bakteri selanjutnya dihubungkan satu sama lain dan disesuaikan dengan literatur-literatur yang ada. Berikut hasil identifikasi karakteristik fisiologi bakteri dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan hasil identifikasi karakteristik morfologi koloni diketahui ada 3 isolat yang memiliki kemiripan dengan karakteristik bakteri *Dickeya zae* yaitu JG3, JR1, dan JR4. Sebagaimana morfologi koloni bakteri *Dickeya zae* yang merupakan salah satu spesies bakteri genus *Dickeya* dilaporkan Zhang *et al.* (2020) memiliki karakteristik koloni yang berwarna putih, permukaan yang rata dan tidak mengkilap, bagian tepi yang tidak rata, serta terdapat pola lingkaran

pada bagian tengah koloni. Ciri-ciri tersebut sesuai dengan koloni dari isolat JG3, JR1, dan JR4 (Tabel 1). Selain itu hasil identifikasi karakteristik fisiologi juga menunjukkan karakteristik fisiologi yang sama antara isolat JG3, JR1, dan JR4 (Tabel 2). Karakteristik tersebut sesuai dengan pernyataan dari beberapa penelitian sebelumnya. Seperti yang dilaporkan Suriani *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa bakteri *Dickeya zae* yang merupakan salah satu spesies dari bakteri genus *Dickeya* memiliki sifat gram negatif, mampu tumbuh pada kondisi aerob dan anaerob, positif pada uji busuk lunak (*soft rot*), positif pada uji katalase, dan positif pada uji lesitinase. Dalam penelitian Pratama (2021) juga menyatakan bahwa bakteri genus *Dickeya* memiliki karakteristik gram negatif, mampu

tumbuh pada kondisi aerob dan anaerob, tidak menghasilkan pigmen berwarna kuning pada media YDC, positif pada uji busuk lunak, dan positif pada uji lesitinase. Kesesuaian tersebut menguatkan dugaan bahwa isolat JG3, JR1, dan JR4 merupakan bakteri genus *Dickeya*.

Isolat dengan kode JR5 menunjukkan karakteristik morfologi koloni yang berbeda dengan isolat JG3, JR1, dan JR4. Berdasarkan karakteristik morfologi koloninya, isolat JR5 memiliki karakteristik berwarna putih keabu-abuan pada bagian tengah dan sekelilingnya terlihat berwarna putih yang lebih terang, bentuk koloni bulat hingga tidak beraturan, tepi koloni terlihat buram dan sedikit berbenang-benang, permukaan cembung, dan mengkilap (Tabel 1). Isolat JR5 diduga juga merupakan bakteri genus *Dickeya* namun dari spesies yang berbeda dengan isolat JG3, JR1, dan JR4. Karakteristik morfologi koloni

dari isolat JR5 memiliki kemiripan dengan hasil penelitian Rutte *et al.* (2022), yang berhasil mengidentifikasi bakteri *Dickeya chrysanthemi* yang memiliki karakteristik morfologi koloni berwarna putih keabu-abuan pada bagian tengah dan sekelilingnya terlihat berwarna putih yang lebih terang, bentuk koloni bulat, tepi koloni terlihat buram, permukaan cembung, dan mengkilap. Berdasarkan hasil identifikasi karakteristik fisiologi, isolat dengan kode JR5 juga memiliki karakteristik yang sama dengan karakteristik fisiologi bakteri genus *Dickeya* yang dilaporkan Pratama (2021), yaitu bersifat gram negatif, mampu tumbuh pada kondisi aerob dan anaerob, positif pada uji katalase, tidak berwarna kuning pada media YDC, positif pada uji busuk lunak (*soft rot*), dan positif pada uji lesitinase (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil Identifikasi Karakteristik Fisiologi Bakteri

Kode Isolat	Uji Gram	Uji Pertumbuhan Aerob dan Anaerob	Uji Katalase	Uji Warna Koloni Kuning pada Media YDC	Uji Busuk Lunak (<i>Soft Rot</i>)	Uji Lesitinase	Genus
JG3	-	+	+	-	+	+	<i>Dickeya</i>
JG4	-	+	+	-	-	+	Tidak diketahui
JR1	-	+	+	-	+	+	<i>Dickeya</i>
JR4	-	+	+	-	+	+	<i>Dickeya</i>
JR5	-	+	+	-	+	+	<i>Dickeya</i>
	-	+	+	-	+	+	<i>Dickeya</i> (Pratama, 2021; & Suriani <i>et al.</i> , 2023)

Isolat bakteri dengan kode JG4 juga menunjukkan ciri morfologi koloni yang berbeda dengan isolat bakteri lainnya. Berdasarkan morfologi koloninya, isolat dengan kode JG4 terlihat berwarna putih keabu-abuan pada bagian tengahnya dan berwarna putih terang pada bagian tepinya, bentuk koloni bulat hingga tidak beraturan dengan tepi berbenang-benang (*filamentous*), permukaan cembung, serta mengkilap (Tabel 1). Sementara itu, karakteristik fisiologi dari bakteri dengan kode JG4 bersifat gram negatif, positif

dapat tumbuh pada kondisi aerob dan anaerob, positif pada uji katalase, negatif pada uji YDC, negatif pada uji busuk lunak, dan positif pada uji lesitinase (Tabel 2). Sampai pada uji busuk lunak, isolat bakteri yang berkode JG4 diduga merupakan bakteri dari genus *Erwinia* yang bukan penyebab busuk lunak. Karena menurut Wasendorf *et al.* (2022) bakteri genus *Erwinia* ada dua jenis berdasarkan kemampuannya menimbulkan busuk lunak, ada yang mampu menimbulkan busuk lunak dan ada yang tidak menimbulkan busuk lunak bila

diuji pada umbi kentang. Namun, setelah dilakukan uji lesitinase dan menunjukkan hasil positif, ini berbeda dengan karakteristik dari bakteri genus *Erwinia* yang seharusnya negatif pada uji lesitinase (Oktaviana, 2018). Berdasarkan literatur yang ada juga tidak ditemukan bakteri genus lain dengan karakteristik yang lebih mirip dari karakteristik isolat bakteri dengan kode JG4.

Kesimpulan

Hasil identifikasi bakteri patogen pascapanen yang ada pada biji jagung pakan dari gudang penyimpanan PT. Arutmin Indonesia Site Satui adalah bakteri *Dickeya zae* dan *Dickeya chrysanthemi*. Masih ada bakteri lain yang tidak diketahui genusnya. Tidak didapat bakteri dari genus *Pantoea* berdasarkan hasil uji warna koloni kuning pada media YDC.

Daftar Pustaka

- Arismet, Y. 2014. Deteksi Gen *Cytochrome b* Babi pada Emulsifier Makanan yang Beredar di Kota Padang dengan Metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR). *Skripsi*. Universitas Andalas. Padang
- Astati, R.S. Mariam & S. Nuraeni. 2018. *Prosedur Operasi Standar Pendidikan Anak Usia Dini Inklusif (Identifikasi dan Asesmen)*. Direktorat Pembinaan dan Pendidikan Anak Usia Dini. Jakarta
- Badan Karantina Pertanian. 2008. *Pedoman Diagnosis OPTK Golongan Bakteri*. Departemen Pertanian. Jakarta
- Chailani, S.R. 2010. *Penyakit Penyakit Pascapanen Tanaman Pangan*. Cetakan 1. Universitas Brawijaya Press (UB Press). Malang
- Desi, Y., T. Habazar, Agustian, U. Khairul, Syamsuwirman & P. Novia. 2014. Karakteristik Morfologi dan Fisiologi Isolat *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* pada Jagung. *Jurnal Fitopatologi Indonesia* 10(2): 45-52
- Ginting, L., Wijanarka & E. Kusdiyantini. 2020. Isolasi Bakteri Endofit Tanaman Pepaya (*Carica papaya* L.) dan Uji Aktivitas Enzim Amilase. *Berkala Bioteknologi* 3(2): 1-7
- Hanif, A. & R. Susanti. 2019. Inventarisasi dan Identifikasi Cendawan Patogen Terbawa Benih Jagung (*Zea mays* L.) Lokal Asal Sumatera Utara Dengan Metode Blotter Test. *Jurnal Pertanian Tropik* 6(2): 311-318
- Holderman, M.V., E. de Queljoe & S.B. Rondonuwu. 2017. Identifikasi Bakteri pada Pegangan Eskalator di Salah Satu Pusat Perbelanjaan di Kota Manado. *Jurnal Ilmiah Sains* 17(1): 13-18
- Humairah, D. 2022. Identifikasi Cendawan Penyebab Busuk Batang Jagung di Kabupaten Tanah Laut. *Skripsi*. Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru
- Isnaeni, D., A.U.M. Rasyid & Rahmawati. 2021. Uji Aktivitas Ekstrak Daun Opo-Opo (*Desmodium pulchellum* Linn Benth) sebagai Antibakteri terhadap Pertumbuhan *Streptococcus viridans* dan *Streptococcus pyogenes*. *Jurnal Sains dan Kesehatan* 3(2): 278-289
- Javandira, C., L.Q. Aini & A.L. Abadi. 2013. Pengendalian Penyakit Busuk Lunak Umbi Kentang (*Erwinia carotovora*) dengan Memanfaatkan Agens Hayati *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens*. *Jurnal HPT* 1(1): 90-97
- Karuntu, R.P.E. 2019. Uji Mutu Benih Jagung (*Zea mays* L.) di Desa Rumoong Bawah Kabupaten Minahasa Selatan. *Jurnal AGROBISNIS* 1(1): 48-57

- Mahmoudi, E., M.J. Soleimani & M. Taghavi. 2007. Detection of Bacterial Soft-Rot of Crown Imperial Caused by *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* using Specific PCR primers. *Phytopathologia Mediterranea* 46(2): 168-176
- Marlina, Rustini & R.S. Wibowo. 2007. Identifikasi Bakteri *Vibrio parahaemolyticus* dengan Metode Biologi dan Deteksi Gen *ToxR* nya secara PCR. *Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi* 12(1): 11-17
- Mumpuni, A.N., A.N. Kholifah, A.A. Syahfitri, F.W. Febrian, I.D. Aulia, K. Ramadhani & Priyanti. 2021. Organisme Pengganggu yang Menyerang Benih Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) dan Pengendaliannya. *Prosiding Seminar Nasional Biologi* 1(2). 14 Desember. *Universitas Negeri Padang*: 1208-1216
- Murali, A. & S. Patel. 2017. The Effect of Different Heavy Metal Acetate Solutions on the Inhibition of Catalase Enzyme. *Journal of the South Carolina Academy of Science* 15(2): 68-74
- Nurhafidah, A. Rahmat, A. Karre & H.H. Juraeje. 2021. Uji Daya Kecambah Berbagai Jenis Varietas Jagung (*Zea mays*) dengan Menggunakan Metode yang Berbeda. *Jurnal Agropiantae* 10(1): 30-39
- Oktaviana, H.A. 2018. Identifikasi dan Uji Kisaran Inang Penyebab Penyakit Mati Pucuk pada Tanaman Pepaya (*Carica papaya* L.). *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung
- Pratama, M.L. 2021. Identifikasi Secara Biokimia dan Biomolekuler Bakteri Penyebab Layu Jagung di Kabupaten Tanah Laut. *Skripsi*. Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru
- Pulungan, A.S. & D.E. Tumangger. 2018. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit Penghasil Enzim Katalase dari Daun Buasbuas (*Premna pubescens* Blume). *BioLink* 5(1): 72-80
- Rutte, R.R., L. Zavala, E.A. Maldonado, R.A. Ancocota, M.S. Bazalar, J.T. Lara & C. Aquije. (2022). Characterization of Rhizome and Pseudostem Wet Rot of Organik Banana (*Musa* sp.) in Piura, Peru. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences* 38(2): 176-188
- Satmalawati, M.E.M. & A. Rusae. 2022. Identifikasi Cendawan Patogen pada Penyimpanan Jagung Sesuai Kearifan Lokal Masyarakat di Kabupaten Timor Tengah Utara dalam Perspektif Ketahanan Pangan. *PARTNER* (1): 406-417
- Silalahi, L.F.B., Mukarlina & Rahmawati. 2020. Karakterisasi dan Identifikasi Genus Bakteri Endofit dari Daun dan Batang Jeruk Siam (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*) Sehat di Desa Anjungan Kalimantan Barat. *Protobiont* 9(1): 26-29
- Sudjono, M.S. 2018. Penyakit Jagung dan Pengendaliannya. Retrieved November 10, 2022, from Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor: balitsereal.litbang.pertanian.go.id
- Suriani, B. Patandjengi, A. Muis, M. Junaid, H. Mirsam & M. Azrai. 2023. Morpho-Physiological and Molecular Characteristics of Bacteria Causing Stalk Rot Disease on Corn in Gorontalo, Indonesia. *BIODIVERSITAS* 24(3): 1749-1758
- Tjampakasari, C.R. & N. Hanifah. 2023. Kultivasi dan Identifikasi Bakteri Anaerob *Bacteroides fragilis*. *MAHESA: Malahayati Health Student Journal* 3(11): 3717-3729

- Wasendorf, C., S.S. Esser, C.J. Eischeid, M.J. Leyhe, E.N. Nelson, F.M.R. Seggerman, K.E. Sullivan & T. Peters. 2022. Genom Analysis of *Erwinia persicina* Reveals Implications for Soft Rot Pathogenicity in Plants. *Frontiers in Microbiology* 13: 1-14
- Zhang, J., M. Arif, H. Shen, J. Hu, D. Sun, X. Pu, Q. Yang & B. Lin. 2020. Genomic Divergence Between *Dickeya zea* Strain EC2 Isolated from Rice and Previously Identified Strains, Suggests a Different Rice Foot Rot Strain. *PLoS ONE* 15(10): 1-22
- Zuraidah, D. Wahyuni & E. Astuty. 2020. Karakteristik Morfologi dan Uji Aktivitas Bakteri Termofilik dari Kawasan Wisata Ie Seuum (Air Panas). *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan* 11(2): 40-47