

Kejadian dan Uji Hipersensitivitas Bakteri yang Berasosiasi dengan Penyakit Busuk Batang Jagung di Sumbawa Nusa Tenggara Barat

Elysa Fitri¹, Fitri Widiyanti^{2*}, dan Endah Yulia²

¹Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

²Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

Jl. Raya Bandung-Sumedang Km 21, Jatinangor, Jawa Barat 45363

*Alamat korespondensi: fitri.widiyanti@unpad.ac.id

INFO ARTIKEL

Diterima: 28-07-2023

Direvisi: 03-08-2023

Dipublikasi: 14-08-2023

ABSTRACT/ABSTRAK

Occurrence and hypersensitivity test of the bacteria associated with bacterial stalk rot of maize disease in Sumbawa West Nusa Tenggara

Keywords:

Bacterial stalk rot, Field observation, Gram-negative, Isolation, Maize

Maize is an important commodity that supports the Indonesia' national economy, especially for the people of Sumbawa, West Nusa Tenggara. The existence of a new disease in maize plants would pose a threat to maize productivity in NTB. One of these new diseases was corn stalk rot caused by bacteria. This study aims to obtain information on the location of the bacterial stalk rot of maize and test the hypersensitivity of bacteria associated with stalk rot of maize. The research was conducted at the Laboratory of Plant Quarantine in Sumbawa and Plant Protection Biotechnology Laboratory, Faculty of Agriculture, Padjadjaran University, from February to April 2023. The results of the field survey showed that 13 locations of maize plantations were infected with bacterial stalk rot disease, consisting of 1 location in Moyo Hulu District, 2 locations in Utan District, 5 locations in Labangka District, 2 locations in Labuhan Badas District, 2 locations in Unter Iwes District, and 1 location in Pototano District. The Gram test with 3% KOH showed that 13 isolates from 13 locations were Gram-negative and the hypersensitivity test on tobacco leaves showed positive symptoms for 13 bacteria isolates.

Kata Kunci:

Busuk batang bakteri, Gram negatif, Isolasi, Jagung, Observasi lapangan

Jagung merupakan salah satu komoditas penting yang mendukung perekonomian nasional di Indonesia, khususnya bagi masyarakat Sumbawa, Nusa Tenggara Barat. Keberadaan penyakit tanaman pada tanaman jagung dikhawatirkan menjadi ancaman terhadap produktivitas jagung di NTB. Salah satu penyakit yang dapat mengakibatkan kerugian hasil yang tinggi pada tanaman jagung adalah penyakit busuk batang yang dilaporkan disebabkan oleh patogen bakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi kejadian penyakit dan menguji hipersensitivitas bakteri yang berasosiasi dengan penyakit busuk batang pada tanaman jagung di Kabupaten Sumbawa. Observasi di lapangan dilakukan di Kabupaten Sumbawa NTB sementara percobaan laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Karantina Tumbuhan Sumbawa dan Laboratorium Bioteknologi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, pada rentang waktu dari Februari hingga April 2023. Hasil survei lapangan menunjukkan bahwa gejala penyakit busuk batang ditemukan pada 13 lokasi pertanaman jagung di Kabupaten Sumbawa termasuk Kecamatan Moyo Hulu, Utan, Labangka, Labuhan Badas, Unter Iwes dan Pototano dengan kejadian penyakit yang masih rendah. Hasil uji Gram menunjukkan 13 isolat yang diperoleh adalah Gram negatif yang merupakan

karakteristik umum bakteri patogen. Hasil uji hipersensitivitas pada daun tembakau menunjukkan gejala positif untuk 13 isolat bakteri tersebut.

PENDAHULUAN

Nusa Tenggara Barat (NTB) merupakan provinsi keenam penghasil jagung terbesar di Indonesia yang memproduksi 1,66 juta ton/tahun dengan luas panen 283 ribu ha (BPS NTB, 2022). Hal ini menjadikan jagung sebagai salah satu komoditi unggulan di Provinsi NTB, khususnya di Pulau Sumbawa. Produksi jagung di Pulau Sumbawa tersebar di empat kabupaten, yaitu Kabupaten Sumbawa Barat, Kabupaten Sumbawa, Kabupaten Dompu dan Kabupaten Bima (BPS NTB, 2022). Menurut data lalu lintas media pembawa tumbuhan, sejak tahun 2015 Sumbawa telah melakukan ekspor jagung biji ke Filipina dengan nilai ekspor terus meningkat tiap tahunnya.

Namun demikian, pada budidaya tanaman jagung, keberadaan Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) masih menjadi salah satu kendala utama dalam upaya mempertahankan maupun meningkatkan produktivitas tanaman jagung. Salah satu OPT yang menyerang adalah bakteri penyebab penyakit busuk batang. Penyakit busuk batang diduga masih merupakan penyakit baru yang menyerang tanaman jagung di Sumbawa. Kerugian penyakit busuk batang ini cukup signifikan di Sumbawa yaitu mencapai 40% pada tahun 2020 (POPT Bima, 2020). Di beberapa negara, penyakit busuk batang pada tanaman jagung yang disebabkan oleh bakteri telah menyebabkan kerugian ekonomi yang tinggi (Burlakoti *et al.*, 2004; Caplik *et al.*, 2022; Costa *et al.*, 2019; Kumar *et al.*, 2015; Martinez-Cisneros *et al.*, 2014; Myung *et al.*, 2010). Di Indonesia penyakit busuk batang telah dilaporkan ditemukan di Mamuju, Lampung, Pontianak, dan Gorontalo (Suriani *et al.*, 2023).

Gejala busuk batang yang berasosiasi dengan bakteri umumnya terlihat pada batang tanaman jagung yang mengalami perubahan warna menjadi kecokelatan, kemudian menjadi lunak serta berlendir dengan mengeluarkan bau busuk yang khas diikuti dengan kematian tanaman jagung (Kumar *et al.*, 2017, Suriani *et al.*, 2023). Penyakit akan semakin parah apabila dalam musim tanam terjadi curah hujan yang tinggi. Di Sumbawa, penyakit busuk batang masih tergolong baru sehingga tujuan penelitian ini adalah melakukan observasi kejadian penyakit busuk batang di beberapa lokasi pertanaman jagung untuk

mengetahui sebaran penyakit busuk batang. Selain itu, uji pewarnaan Gram dan uji hipersensitivitas perlu dilakukan untuk mengetahui karakteristik Gram dan sifat hipersensitivitas bakteri sebagai langkah awal untuk identifikasi lebih lanjut.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan dari Februari hingga April 2023. Informasi tentang keberadaan penyakit didapatkan melalui observasi langsung ke wilayah sentra produksi jagung di Sumbawa. Pengambilan sampel dilakukan secara purposif yaitu mengambil tanaman yang bergejala busuk batang di lapangan. Penelitian laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Karantina Tumbuhan Sumbawa dan Laboratorium Bioteknologi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran.

Observasi Lapangan dan Pengambilan Sampel

Observasi dilakukan di beberapa lokasi pertanaman jagung di Sumbawa untuk mengetahui sebaran keberadaan penyakit busuk batang. Sampel diambil dari tanaman jagung bergejala busuk batang. Bagian tanaman yang diambil adalah batang dari tanaman terinfeksi atau massa bakteri (ooze) yang dimasukkan dalam air steril. Ooze bakteri diambil dengan memotong batang bergejala menggunakan *cutter* steril, ujung batang lalu dimasukkan ke dalam tabung falcon yang sudah terisi dengan aquades steril. Sampel batang jagung diambil dengan memotong batang menggunakan *cutter* steril lalu batang dibungkus menggunakan kertas koran yang telah dilembabkan, selanjutnya dibungkus kembali dengan kertas koran kering, dimasukkan dalam plastik klip dan diberi label identitas sampel. Selanjutnya sampel dibawa ke laboratorium.

Isolasi dan Pemurnian Isolat

Bakteri penyebab busuk batang diisolasi dari batang tanaman bergejala atau dari ooze bakteri secara langsung. Isolasi bakteri dari batang tanaman jagung dilakukan dengan memotong batang yang memiliki bagian yang sakit dan bagian yang sehat sepanjang 1,5 cm menggunakan *cutter* steril. Batang tanaman selanjutnya dicelupkan dalam klorox 1% selama 3 menit kemudian dibilas dengan aquades

steril sebanyak 3 kali bilasan. Batang jagung digerus menggunakan mortar steril dan diberi aquades sekitar 3-5 ml. Hasil gerusan diambil sekitar 1 ml dan dimasukkan ke dalam aquades steril. Selanjutnya dilakukan pengenceran bertingkat 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , dan 10^{-5} . Hasil pengenceran sebanyak 100 μ l kemudian ditetaskan pada permukaan media nutrisi agar (NA) dan diratakan menggunakan tabung kaca L lalu diinkubasi pada suhu 27 °C selama 72 jam (Klement *et al.*, 1990). Bakteri yang tumbuh dengan ciri koloni morfologi berwarna putih pucat dan berlendir dengan tepian halus dimurnikan pada media NA baru hingga diperoleh koloni yang seragam.

Uji Gram dan Hipersensitivitas

Bakteri hasil isolasi diuji Gram dengan menggunakan KOH 3%. Isolat berumur 24 jam diambil dengan jarum ose dan diletakkan di atas gelas objek yang telah ditetesi larutan KOH 3%. Jarum ose diaduk dan diangkat, apabila jarum ose lengket dengan KOH maka isolat memiliki sifat Gram negatif, dan sebaliknya apabila jarum ose tidak lengket maka isolat memiliki sifat Gram positif. Hasil uji Gram digunakan sebagai dasar untuk uji hipersensitivitas.

Uji hipersensitivitas merupakan salah satu uji penting untuk memisahkan bakteri patogen dari saffrofit dengan protokol standar menggunakan tanaman tembakau atau bunga Pukul Empat (Umesha *et al.*, 2008). Dalam pengujian ini, uji hipersensitivitas

dilakukan pada daun tanaman tembakau umur 4 minggu. Suspensi bakteri berumur 24 jam pada media NA dengan kepadatan 10^9 CFU/ml diinokulasikan pada bagian bawah daun tembakau. Sebagai kontrol negatif adalah daun tembakau yang diinokulasikan dengan aquades steril. Gejala hipersensitif berupa adanya klorosis atau nekrosis pada daun tembakau yang diamati 24-72 jam setelah perlakuan (Fahy & Persley, 1983).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keberadaan Penyakit Busuk Batang Jagung di Sumbawa

Berdasarkan hasil observasi lapangan ditemukan gejala penyakit busuk batang jagung di 13 lokasi pertanaman jagung yang terdiri atas 1 lokasi Kecamatan Moyo Hulu, 2 lokasi Kecamatan Utan, 5 lokasi Kecamatan Labangka, 2 lokasi Kecamatan Labuhan Badas, 2 lokasi Kecamatan Unter Iwes, dan 1 lokasi Kecamatan Pototano. Pada Kecamatan Moyo Hulu ditemukan di Desa Batu Alang, pada Kecamatan Utan ditemukan di Desa Pukat dan Sabedo, pada Kecamatan Labangka ditemukan di Desa Labangka 2, 3 dan 5, pada Kecamatan Labuhan Badas ditemukan di Desa Labuhan Badas, pada Kecamatan Unter Iwes ditemukan di Desa Pungka dan Uma Beringin, dan pada Kecamatan Pototano ditemukan di Desa Kokarlian (Tabel 1; Gambar 1).

Tabel 1. Lokasi ditemukan penyakit busuk batang di sentral pertanaman jagung di Sumbawa

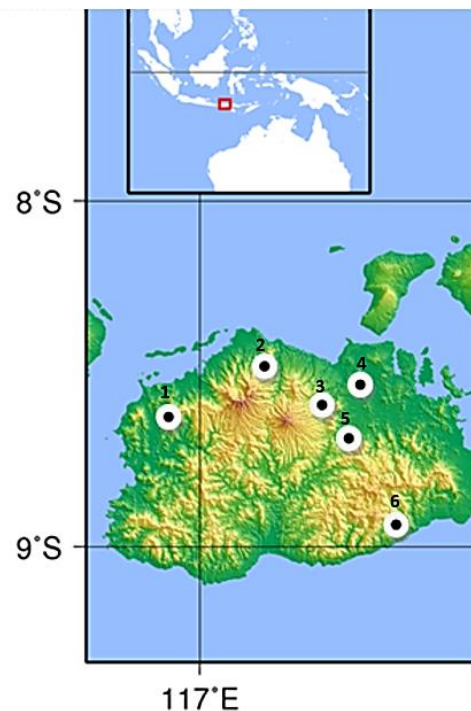
No.	Nama desa	Kecamatan	Posisi GPS
1.	Batu Alang	Moyo Hulu	-8, 3352, 117, 2552
2.	Sabedo	Utan	-8, 53942, 116, 89509
3.	Pukat	Utan	-8, 43073, 117, 08635
4.	Labangka 5	Labangka	-8, 938695, 117, 660054
5.	Labangka 2	Labangka	-8, 908269, 117, 707662
6.	Labangka 3	Labangka	-8, 885139, 117, 789594
7.	Labuhan Badas	Labuhan Badas	-8, 4888, 117, 34324
8.	Pungka	Unter Iwes	-8, 3113, 117, 2547
9.	Uma beringin	Unter Iwes	-8, 3113, 117, 2557
10.	Labangka 5	Labangka	-8, 914151, 117, 689386
11.	Labangka 2	Labangka	-8, 910694, 117, 6939
12.	Labuhan Badas	Labuhan Badas	-8, 47949, 117, 34432
13.	Kokarlian	Pototano	-8, 78041, 117, 67435

Keberadaan penyakit busuk batang jagung di beberapa tempat di Sumbawa dipengaruhi oleh faktor lingkungan, penggunaan benih, dan cara budidaya. Faktor lingkungan seperti suhu dan curah hujan

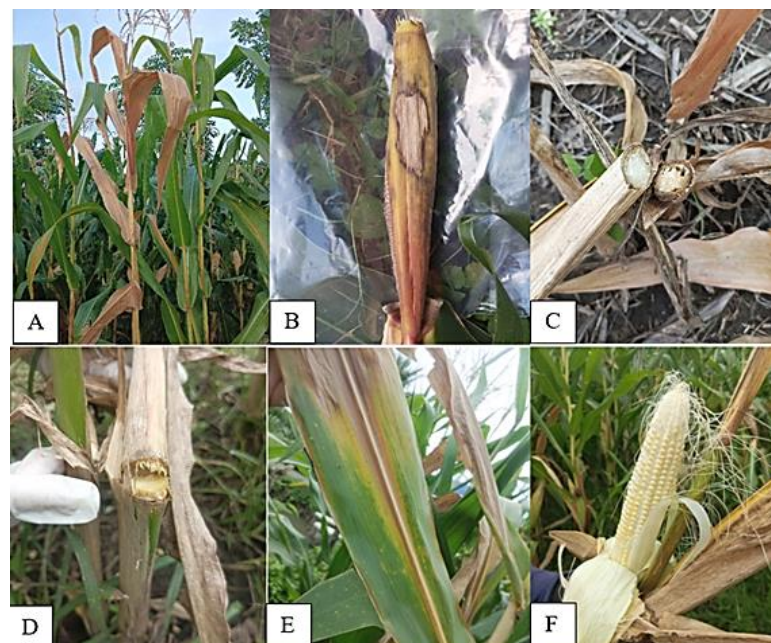
sangat menentukan infeksi dan perkembangan penyakit. Curah hujan tinggi dan suhu siang hari rata-rata 33 °C menyebabkan penyakit lebih cepat berkembang. Pada saat pengamatan di lapangan

curah hujan di Sumbawa relatif rendah sehingga memungkinkan bakteri tidak mampu berkembang dengan baik. Tanaman yang terserang di lapangan umumnya tidak banyak, hanya sekitar 1-2 pohon di antara tanaman jagung yang sehat. Selain itu, berdasarkan hasil wawancara dengan petani diperoleh informasi bahwa petani menggunakan benih dari varietas Monster dan NK Super yang dianggap tahan penyakit busuk batang. Hal ini juga dapat mengurangi infeksi penyakit di lapangan meskipun tetap ditemukan tanaman yang terinfeksi. Pemberaan lahan setelah tanam juga dapat menekan perkembangan penyakit meskipun tidak signifikan karena patogen mampu bertahan di sisa tanaman, tanah dan air irigasi (Hugouvieux-Cotte-Pattat, 2016).

Lokasi ditemukannya gejala penyakit busuk batang merupakan pertanaman dengan sistem monokultur. Umur tanaman terinfeksi bervariasi dari umur 50-90 HST. Sampel tanaman yang diambil adalah tanaman terinfeksi yang sudah mati dan berbau busuk. Tanaman terinfeksi jika dipotong di bagian bawah batang akan menunjukkan batang yang lunak atau sudah berair. Gejala penyakit dipastikan disebabkan oleh bakteri apabila ditemukan adanya oose bakteri yang keluar dari batang yang dipotong dan dimasukkan ke dalam air steril. Gejala pada daun tampak terlihat nekrosis dan pada tanaman yang sudah menghasilkan tongkol akan menyebabkan biji tidak terisi sempurna (Gambar 2).



Gambar 1. Peta sebaran lokasi ditemukannya penyakit busuk batang jagung di Pulau Sumbawa. Keterangan: tanda titik hitam adalah posisi kecamatan lokasi ditemukan penyakit busuk batang: 1. Pototano, 2. Utan, 3. Unter Iwes, 4. Labuhan Badas, 5. Moyo Hulu, 6. Labangka.



Gambar 2. Gejala penyakit busuk batang pada tanaman jagung. (A) Gejala yang ditemukan di lapang, (B) Gejala pada batang, (C, D) Bagian batang yang busuk setelah dipotong, (E) Kondisi daun tanaman, (F) Biji pada tongkol terisi tapi kosong.

Kumar *et al.* (2017) mengemukakan bahwa bakteri patogen busuk batang menginfeksi tanaman dengan diawali introduksi melalui luka, genangan atau kelebihan air serta temperatur tinggi. Setelah bakteri berada dalam tubuh tanaman, bakteri tersebut akan mulai menghancurkan susunan dinding sel tanaman dengan mengeluarkan enzim yaitu enzim pektinase dan enzim hidrolitik. Enzim pektinase yang merupakan enzim utama berfungsi untuk mendegradasi berbagai komponen pektin dalam dinding sel. Enzim hidrolitik merupakan enzim yang mampu memecah ikatan kimia menjadi ikatan yang lebih sederhana dengan menggunakan molekul air, contohnya adalah mengurai lignoselulosa tumbuhan (Betcher *et al.*, 2012). Contoh enzim hidrolitik adalah isoenzim selulase, isoenzim protease, xilanase, dan fosfolipase. Ketika dinding sel sudah rusak maka akan timbul gejala berupa nekrosis pada seluruh bagian tanaman yang terinfeksi (Kumar *et al.*, 2017).

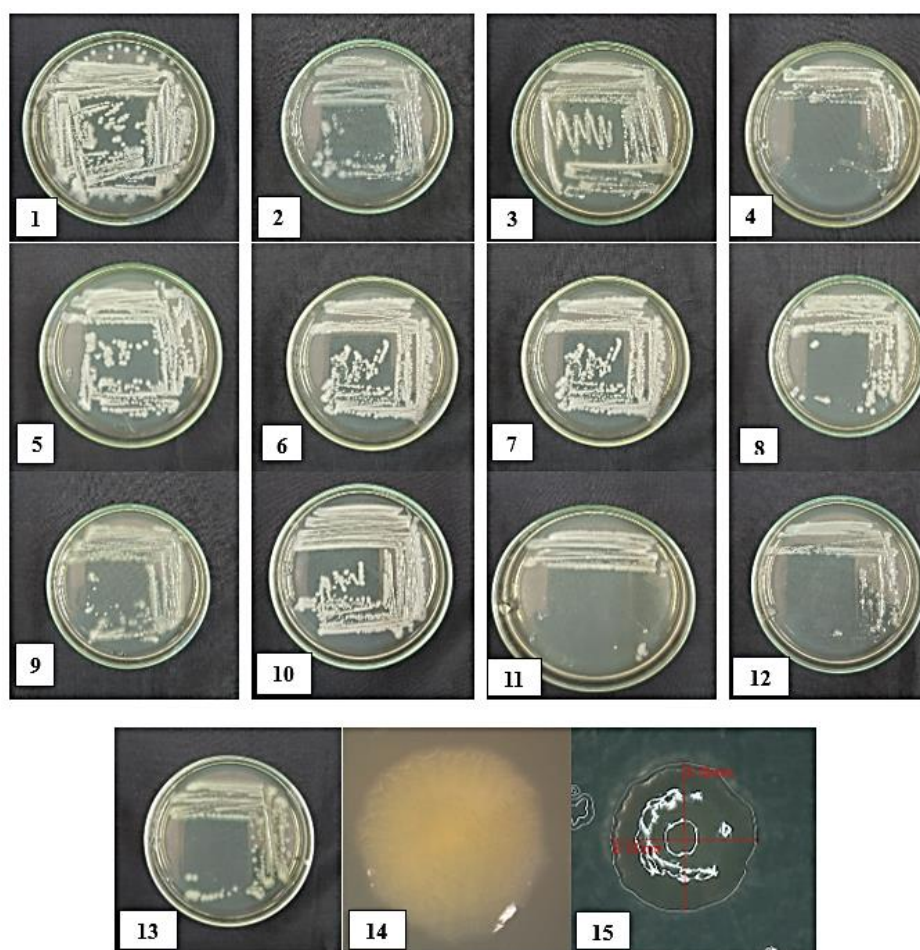
Gejala penyakit busuk batang dapat ditemukan pada fase vegetatif atau generatif. Gejala pada fase vegetatif ditandai dengan adanya busuk di ruas batang bagian bawah dengan bentuk bulat tidak beraturan. Gejala busuk diikuti dengan perubahan warna daun menjadi nekrosis. Pada gejala lanjut, daun menjadi kering dan batang akan membusuk serta patah (Kumar *et al.*, 2015). Tanaman yang terserang di fase generatif mengalami gejala yang sama dan menyebabkan pengisian tongkol tidak sempurna berupa biji yang lunak. Pada penelitian ini, secara umum gejala yang paling banyak ditemukan di lapangan adalah gejala pada fase generatif atau selama menjelang pengisian tongkol. Gejala yang sama juga banyak dilaporkan oleh petani.

Isolasi dan Pemurnian Isolat

Isolat bakteri hasil isolasi yang ditumbuhkan pada media NA memiliki ciri yang hampir seragam (Tabel 2). Bentuk koloni melingkar dengan bentuk tepian yang melebar dan warna koloni putih pucat dengan diameter >2 mm pada umur 48 jam (Gambar 3). Isolat diamati secara langsung serta menggunakan mikroskop stereo untuk melihat detail bentuk koloni (Gambar 3 nomor 14 dan 15). Isolat memiliki ciri yang sama yaitu berwarna putih, berlendir dan pinggiran halus (Gambar 3).

Tabel 1. Morfologi isolat bakteri pada media NA

No.	Asal sampel	Kode isolat	Ciri koloni		
1.	Moyo Hulu	1MH	Koloni pucat,	berwarna berlendir,	putih dan pinggiran halus
2.	Utan	2U-1	Koloni pucat,	berwarna berlendir,	putih dan pinggiran halus
3.	Utan	3U-2	Koloni pucat,	berwarna berlendir,	putih dan pinggiran halus
4.	Labangka	4L-5	Koloni pucat,	berwarna berlendir,	putih dan pinggiran halus
5.	Labangka	5L-5	Koloni pucat,	berwarna berlendir,	putih dan pinggiran halus
6.	Labangka	6L-3	Koloni pucat,	berwarna berlendir,	putih dan pinggiran halus
7.	Labuhan Badas	8LB-2	Koloni pucat,	berwarna berlendir,	putih dan pinggiran halus
8.	Unter Iwes	9UI-1	Koloni pucat,	berwarna berlendir,	putih dan pinggiran halus
9.	Unter Iwes	10UI-2	Koloni pucat,	berwarna berlendir,	putih dan pinggiran halus
10.	Labangka	11L-5	Koloni pucat,	berwarna berlendir,	putih dan pinggiran halus
11.	Labangka	12L-2	Koloni pucat,	berwarna berlendir,	putih dan pinggiran halus
12.	Labuhan Badas	16LB-6	Koloni pucat,	berwarna berlendir,	putih dan pinggiran halus
13.	Pototano	18P-2	Koloni pucat,	berwarna berlendir,	putih dan pinggiran halus



Gambar 3. Isolat bakteri pada media NA. Angka 1-13 = isolat dari lokasi 1-13, angka 14 = isolat tunggal di bawah mikroskop stereo perbesaran 20 kali, dan angka 15 = ukuran diameter koloni umur 48 jam di bawah mikroskop Hirox tiga dimensi dengan perbesaran 20 kali.

Uji Gram dan Hipersensitivitas

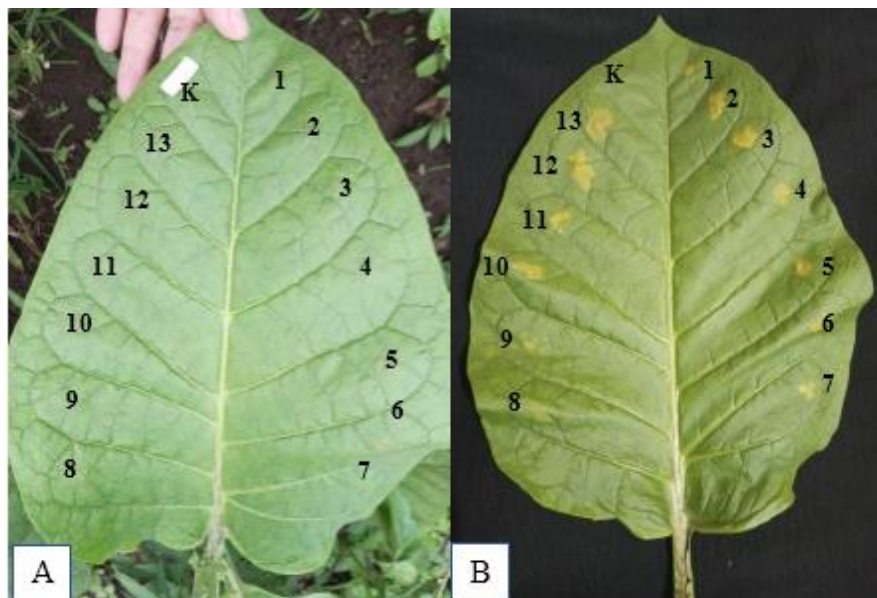
Pengujian Gram dengan menggunakan KOH 3% dilakukan terhadap semua isolat bakteri hasil isolasi dari lapang. Hasil pengujian menunjukkan 13 isolat yang diuji memiliki jenis Gram negatif (Tabel 3). Bakteri patogen pada tanaman umumnya berasal dari golongan bakteri Gram negatif. Bakteri Gram negatif memiliki karakteristik tertentu yang menyebabkan golongan bakteri ini dapat secara efektif menginfeksi dan mengolonisasi tanaman. Salah satu karakter yang dimiliki bakteri Gram negatif antara lain adanya struktur unik pada dinding sel semacam membran luar (*outer membrane*). Membran luar ini berperan penting sebagai penghalang dan pelindung yang efektif bagi bakteri terhadap gangguan luar dan senyawa biokimia seperti antibiotik (Zhou *et al.*, 2023). Keberadaan membran luar ini menjadi salah satu faktor keefektifan bakteri Gram negatif sebagai bakteri patogen.

Tabel 2. Pengujian Gram dengan KOH 3% dan pengujian reaksi hipersensitif pada daun tembakau

No.	Nama isolat	Jenis Gram	Reaksi hipersensitif	Gejala hipersensitif
1.	1MH	-	+	Klorosis
2.	2U-1	-	+	Klorosis
3.	3U-2	-	+	Klorosis
4.	4L-5	-	+	Klorosis
5.	5L-5	-	+	Klorosis
6.	6L-3	-	+	Klorosis
7.	8LB-2	-	+	Klorosis
8.	9UI-1	-	+	Klorosis
9.	10UI-2	-	+	Klorosis
10.	11L-5	-	+	Klorosis
11.	12L-2	-	+	Klorosis
12.	16LB-6	-	+	Klorosis
13.	18P-2	-	+	Klorosis

Pengujian dilanjutkan dengan uji hipersensitivitas pada daun tembakau. Pengamatan dilakukan dari umur 24 jam hingga 72 jam. Hasil pengujian hipersensitivitas menunjukkan 13 isolat yang diuji menyebabkan gejala klorosis hingga

nekrosis pada daun tembakau (Gambar 4). Gejala klorosis ditunjukkan pada umur 24 jam setelah perlakuan, selanjutnya gejala nekrosis pada umur 72 jam setelah perlakuan.



Gambar 4. Hasil uji hipersensitivitas 13 isolat bakteri menghasilkan gejala klorosis hingga nekrosis pada daun tembakau (No.1-13). (A) Gejala klorosis pada umur 24 jam, (B) Gejala nekrosis pada umur 72 jam. Titik perlakuan kontrol ditandai huruf K.

Semua isolat yang diuji menunjukkan gejala hipersensitif pada daun tembakau berupa klorosis atau nekrosis. Gejala klorosis dan nekrosis pada area daun yang diinokulasikan bakteri menunjukkan adanya respon ketahanan tembakau terhadap adanya bakteri patogen. Daun tembakau mematikan jaringan tanaman di sekitar area yang diinokulasikan bakteri. Tembakau dipilih untuk uji hipersensitif karena tembakau mampu mengalokasikan serangan bakteri patogen yang menginfeksi (Schaad *et al.*, 2001; Umesha *et al.*, 2008). Dengan munculnya gejala klorosis atau nekrosis pada daun tembakau menunjukkan bahwa 13 isolat bakteri yang diinokulasikan merupakan bakteri yang bersifat patogen terhadap tumbuhan.

SIMPULAN

Penyakit busuk batang jagung ditemukan di 13 lokasi di Sumbawa, Nusa Tenggara Barat yang tersebar pada enam kecamatan yaitu Kecamatan Moyo Hulu, Kecamatan Utan, Kecamatan Labuhan Badas, Kecamatan Unter Iwes, Kecamatan Labangka, dan Kecamatan Pototano. Bakteri hasil isolasi dari sampel bergejala menunjukkan sifat sebagai Gram

negatif yang semuanya merupakan bakteri patogen berdasarkan uji hipersensitivitas terhadap tanaman tembakau.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Pertanian, Kementerian Pertanian atas pendanaan penelitian ini, serta berbagai pihak yang turut membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Badan Pusat Statistik NTB. 2022. Produksi Jagung di Provinsi Nusa Tenggara Barat. Tersedia online pada <https://ntb.bps.go.id/>. diakses 3 Juli 2022.
- Betcher, MA, JM Fung, AW Han, R O'Connor, R Seronay, GP Concepcion, DL Distel, and MG Haygood. 2012. Microbial distribution and abundance in the digestive system of five shipworm species (Bivalvia: Teredinidae). *Plos One*. 7(9): e45309. DOI: 10.1371/journal.pone.0045309.

- Burlakoti, RR, and GBK Chhetri. 2004. Bacterial diseases of crop plants in Nepal: A review. *Journal of Institute of Agriculture and Animal Science*. 25: 1–10.
- [POPT] Pengamat Organisme Pengganggu Tanaman Bima. 2020. Laporan Pengamatan dan Monitoring OPT Bulan Februari 2020. Dinas Perlindungan Tanaman, Dinas Pertanian Kabupaten Bima.
- Caplik, D, M Kusek, S Kara, A Seyrek, and Y Celik. 2022. First report of bacterial stalk rot of maize caused by *Dickeya zea* in Turkey. *New Disease Reports*. 45: e12070. DOI: 10.1002/ndr2.12070.
- Costa, RV, J Simon, L Viana, DDD Silva, REMD FE Almeida, Lanza, BC Lago, AA Pereira, and LJM Campos. 2019. Yield losses in off season corn crop due to stalk rot disease. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 54: e00283. DOI: 10.1590/S1678–3921.
- Fahy, PC, and GJ Persley. 1983. *Plant Bacterial Diseases. A Diagnostic Guide*. Academic Press. Sydney.
- Hugouvieux-Cotte-Pattat, N. 2016. Metabolism and virulence strategies in *Dickeya*-host interactions. *Progress in Molecular Biology and Translational Science*. 142: 93–129.
- Klement, Z, K Rudolph, and DC Sands. 1990. *Methods in Phytobacteriology*. Akademiai Kiado. Budapest.
- Kumar, A, HM Singh, K Harleen, R Roomi, and PP Singh. 2017. A review on bacterial stalk rot disease of maize caused by *Dickeya zea*. *Journal of Applied and Natural Science*. 9(2): 1214–1225.
- Kumar, A, K Vigyan, K Jhansi, and H Kaur. 2015. Characterization of *Dickeya zea* isolates causing stalk rot of maize based on biochemical assays and antibiotic sensitivity. *Indian Phytopathology*. 68: 375–379.
- Martinez-Cisneros BA, GJ Lopez, NV Tores, ED Peralta, and M Mezzalama. 2014. First report of bacterial stalk rot of maize caused by *Dickeya zea* in Mexico. *Plant Disease*. 98(9): 1267. DOI: 10.1094/PDIS-02-14-0198-PDN.
- Myung, IS, IH Jeong, SY Moon, WG Kim, SW Lee, YK Lee, HS Shim, and DS Ra. 2010. First report of bacterial stalk rot of sweet corn caused by *Dickeya zea* in Korea. *New Disease Reports*. 22(15). DOI: 10.5197/j.2044-0588.2010.022.015.
- Schaad, NW, JB Jones, and W Chun. 2001. *Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria*. 3rd Edition. The American Phytopathological Society. St Paul.
- Suriani, B Patandjengi, M Junaid, and A Muis. 2021. The presence of bacterial stalk rot disease on corn in Indonesia: A review. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 911 012058. DOI: 10.1088/1755-1315/911/1/012058.
- Umesha, S, P Richardson, P Kong, and C Hong. 2008. A novel indicator plant to test the hypersensitivity of phytopathogenic bacteria. *Journal of Microbiological Methods*. 72(1): 95–97.
- Zhou, G, Q Wang, Y Wang, X Wen, H Peng, R Peng, Q Shi, X Xie, and L Li. 2023. Outer membrane porins contribute to antimicrobial resistance in Gram-negative bacteria. *Microorganisms*. 11(7): 1960. DOI: 10.3390/microorganisms11071690.