

Review Metode Skrining Ketahanan Tanaman Jagung (*Zea mays*) terhadap Penyakit Busuk Batang (*Bacterial Stalk Rot*) Akibat *Erwinia* sp.)

*¹Najla Aulia Arief, ¹Rara Lungit Wijayanti, ¹Rizky Alivia Chairunnisa, ¹Nisa Aulia Tsabita

¹Universitas Negeri Malang; Jl. Semarang 5 Malang 65145 Jawa Timur Indonesia, +62 341-330-1130/+62341-551921

Program Studi Bioteknologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang
e-mail: *najla.aulia.2003436@students.um.ac.id

Abstrak

Penyakit busuk batang (*bacterial stalk rot/BSR*) akibat bakteri *Erwinia* sp. merupakan salah satu tantangan besar yang dihadapi oleh petani jagung di Indonesia karena dapat menurunkan yield panen hingga 98%. Metode pengendalian yang tersedia saat ini baik berupa kultur teknis, kimiawi, maupun biologis dinilai masih kurang optimal, sehingga penelitian mengenai varietas benih jagung hibrida tahan terhadap BSR terus dikembangkan sebagai upaya pengendalian yang lebih optimal, ramah lingkungan, dan ekonomis. Salah satu proses penting dalam pengembangan benih jagung tahan BSR yaitu skrining ketahanan penyakit pada tanaman jagung secara *in vivo* yang secara umum dibagi menjadi 2 jenis, yaitu metode hotspot dan metode inokulasi buatan. Pada artikel review ini akan ditinjau metode skrining hotspot dan metode inokulasi buatan untuk menemukan metode yang paling efektif sehingga dapat dijadikan sebagai standar skrining. Adapun metode penyusunan review ini meliputi pencarian artikel terkait melalui aplikasi Publish or Perish (PoP) dengan kata kunci *bacterial stalk rot of maize*, *screening of bacterial stalk rot in maize*, *Erwinia chrysanthemi*, dan *Erwinia carotovora*. Data yang dihimpun meliputi metode skrining yang digunakan beserta *percent disease incidence (PDI)*, waktu inkubasi, dan kondisi lingkungan dari proses skrining menggunakan metode tersebut. Disimpulkan bahwa metode inokulasi buatan dengan cara injeksi suspensi *Erwinia* sp. pada batang ruas bawah tanaman jagung usia 30 hari setelah tanam merupakan yang paling efektif baik pada percobaan di greenhouse maupun di lahan dengan PDI mencapai 80-100% dan waktu inkubasi selama 3-7 hari. Skrining dilakukan pada lingkungan bertemperatur 30-35°C dan memiliki kelembapan relatif 70-100% dengan kondisi tanah yang selalu basah.

Kata kunci: penyakit busuk batang, jagung, skrining ketahanan, *Erwinia* sp.

1. PENDAHULUAN

Jagung (*Zea mays*) merupakan pangan pokok kedua di Indonesia setelah padi (*oryza sativa*), menjadikan jagung sebagai tanaman sereal yang dibudidayakan secara luas oleh petani di Indonesia, baik untuk memenuhi kebutuhan pangan maupun pakan ternak [1]. Pada tahun 2022, produksi jagung nasional mencapai 25,18 juta ton dengan daerah penghasil utama tersebar di 10 provinsi dengan total kontribusi mencapai 83.53% [2]. Sepuluh provinsi ini secara berurutan meliputi Jawa Timur, Jawa Tengah, Lampung, Sumatera Utara, Sulawesi,

Selatan, Nusa Tenggara Barat, Jawa Barat, Sulawesi Utara, Gorontalo, dan Sumatera Selatan.

Upaya untuk meningkatkan produksi jagung nasional terus dilakukan mengingat kebutuhan jagung yang terus meningkat. Namun, upaya ini tidak terpisahkan dari permasalahan lingkungan baik itu stress abiotik maupun stress biotik, meliputi gangguan iklim, kualitas benih yang buruk, serangan hama, dan juga serangan penyakit akibat fungi, virus, dan bakteri. Salah satu penyakit pada tanaman jagung yang menurunkan hasil panen di Indonesia adalah busuk batang akibat bakteri atau bacterial stalk rot (BSR).

Penyakit BSR dapat merugikan petani dari segi ekonomi karena BSR menyebabkan terganggunya aliran nutrisi ke jaringan tanaman sehingga pengisian

tongkol jagung menjadi tidak sempurna dan bahkan pada serangan yang lebih parah, tanaman dapat mati sebelum kematangan fisiologis [3]. Selain itu, serangan yang parah dapat menyebabkan tanaman rebah dan menurunkan hasil panen secara signifikan [4]. Oleh karena itu, pengembangan benih jagung yang memiliki ketahanan terhadap penyakit BSR menjadi sangat penting. Identifikasi dan pemanfaatan tanaman yang menjadi sumber resistensi dalam program pemuliaan telah dikembangkan oleh berbagai peneliti. Para peneliti mencoba mengidentifikasi ciri-ciri kualitatif lokus yang memberikan resistensi kualitatif/multigen terhadap penyakit BSR. Namun sejauh ini, tanaman dengan resistensi penuh terhadap BSR belum pernah dilaporkan [5].

Skrining ketahanan penyakit pada tanaman jagung secara *in vivo* merupakan salah satu proses penting dalam pengembangan benih jagung yang resisten terhadap penyakit BSR. Metode yang umum digunakan yaitu metode *hotspot* dan metode *artificial inoculation* (inokulasi buatan), dimana metode ini perlu ditinjau ulang untuk menemukan metode yang paling efektif dan dijadikan sebagai standar skrining. Dalam review ini akan dibahas mengenai berbagai metode skrining BSR yang telah dikembangkan sejauh ini dan dianalisis efektifitasnya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

BSR dapat disebabkan oleh beberapa spesies bakteri, namun penyakit ini sering dikaitkan dengan bakteri *Erwinia chrysanthemi* walaupun *Erwinia carotovora*, *Enterobacter* sp., dan *Pseudomonas aveae* juga merupakan agen penyebab BSR [6]. *E. chrysanthemi* adalah bakteri motil gram negatif berbentuk basil dengan ukuran berkisar 0.8-3.2 x 0.5-0.8 μm (ukuran rata-rata 1.8 x 0.6 μm). *E. chrysanthemi* mempunyai flagela peritrichous berjumlah 8-11 flagela. Koloni bakteri ini berwarna putih keruh, berlendir, dan tampak mengkilap pada media King's B [7].

Gejala BSR pada tanaman jagung meliputi adanya perubahan warna batang menjadi coklat, batang mengalami busuk lunak dan mengeluarkan aroma tidak sedap, dimana aroma ini dapat dijadikan sebagai pembeda antara busuk batang yang diakibatkan oleh bakteri dengan yang diakibatkan oleh fungi [4], [6], [8]. Pembusukan batang terjadi karena *E. chrysanthemi* memiliki kemampuan dalam memproduksi enzim hidrolitik meliputi pektinase,

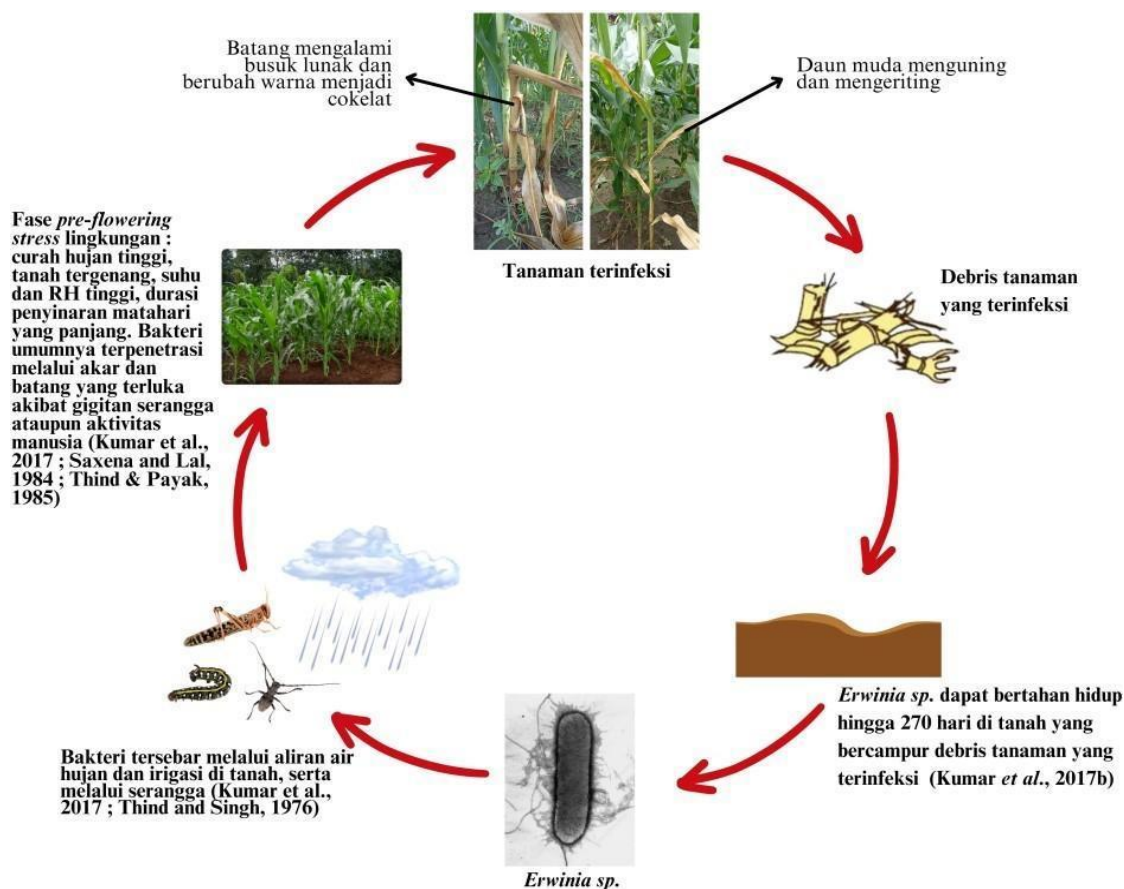
selulase, protease, xilanase, dan fosfolipase sehingga bakteri ini mampu menghancurkan dinding sel pada jaringan batang dan menyebabkan nekrosis [9]. Gejala lainnya adalah daun muda menguning dan menjadi bergelombang [10].

E. chrysanthemi dapat bertahan hidup di debris tanaman yang terinfeksi dengan durasi yang bervariasi bergantung pada kondisi lingkungan [11]–[13]. Kondisi tanah paling optimum untuk pertumbuhan *E. chrysanthemi* adalah tanah dengan populasi *plant growth-promoting rhizobacteria* (PGPR) yang rendah. Secara *in vitro*, *E. chrysanthemi* dapat bertahan selama 140 hari pada tanah yang disterilisasi menggunakan autoklaf dan bertahan selama 29 hari pada tanah yang tidak diautoklaf dengan *relative humidity* (RH) yang sama yaitu 40% [11]. Diketahui keberadaan batang tanaman jagung yang sehat dapat memperpanjang durasi *E. chrysanthemi* bertahan hidup di tanah yang telah disterilisasi. *E. chrysanthemi* mampu bertahan selama 3-4 bulan pada tanah yang disterilisasi, sedangkan dengan adanya batang tanaman jagung yang sehat, durasinya menjadi 4-6 bulan [12]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan secara *in vitro* dan *in vivo*, ditemukan bahwa adanya campuran debris tanaman yang terinfeksi BSR, baik pada tanah yang disterilisasi maupun yang tidak, dapat meningkatkan durasi *E. chrysanthemi* bertahan hidup di lingkungan. Dengan adanya campuran debris tanaman terinfeksi di tanah, bakteri ini dapat bertahan hingga 9 bulan dengan RH maksimum 90% pada suhu 27°C [10].

E. chrysanthemi dapat menyebar melalui aliran air hujan dan irigasi [10]. Selain itu, penggerek batang jagung, *Chilo partellus*, diketahui sebagai salah satu serangga pembawa yang dapat menyebarkan BSR dari tanaman yang terinfeksi ke tanaman yang sehat [14]. Siklus BSR dapat dilihat pada **Gambar 1**.

3. METODE

Adapun metode penyusunan review ini meliputi pencarian artikel terkait melalui aplikasi *Publish or Perish* (PoP) dengan kata kunci *bacterial stalk rot of maize*, *screening of bacterial stalk rot in maize*, dan *Erwinia chrysanthemi*. Data yang dihimpun meliputi metode skrining yang digunakan beserta *percent disease incidence* (PDI) dari metode tersebut. Langkah terakhir adalah menarik kesimpulan mengenai metode yang paling efektif untuk skrining ketahanan tanaman jagung terhadap penyakit busuk batang.



Gambar 1. Siklus bacterial stalk rot (BSR)

4. SKRINING HOTSPOT

Metode *hotspot* adalah metode skrining dengan cara menanam varietas jagung uji di lahan yang memiliki kondisi sesuai untuk pertumbuhan mikroba patogen, dalam kasus ini *Erwinia chrysanthemi* penyebab BSR. Penyakit BSR dapat berkembang pada lingkungan dengan rentang suhu 30-35°C dan kelembapan relatif 80-100% [15]. Penyakit ini dapat berkembang dengan baik pada area dengan curah hujan tinggi atau area yang diairi menggunakan air danau, kolam, atau dialiri air dengan arus pelan (tergenang). Tingginya curah hujan dan panjangnya durasi penyinaran matahari merupakan faktor lingkungan paling berpengaruh terhadap perkembangan BSR dibanding dengan suhu dan RH [13]. Selain itu, pemberian pupuk dengan kandungan nitrogen yang tinggi juga mendorong perkembangan penyakit ini [16].

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Magar et al. (2020) [17], di mana 30 jagung dengan genotipe berbeda ditanam pada kondisi epifitotik

alami di *Agriculture Research Station (ARS)*, Dasharathpur, Surkhet, Nepal, didapatkan *percent disease incidence (PDI)* tertinggi sebesar 33.17% dengan rata-rata temperatur berada pada rentang 20-35°C dan kelembapan relatif lebih dari 80%.

Kelemahan dari metode ini adalah tidak bisa benar-benar dipastikan rendahnya PDI murni disebabkan oleh resistensi tanaman terhadap BSR atau disebabkan oleh kurang meratanya persebaran patogen di lahan sehingga serangan patogen tidak seragam pada setiap tanaman. Selain itu, sama halnya dengan penyakit busuk lunak lainnya, *Erwinia chrysanthemi* adalah patogen yang hanya bisa menyerang inang melalui organ yang terluka [10]. Luka pada organ ini dapat disebabkan oleh gigitan serangga ataupun kegiatan manusia. Pada penelitian yang dilakukan oleh Thind dan Payak (1978) [18], dilakukan penyemprotan suspensi bakteri dengan tekanan 3,25 kg/cm pada pupus daun dan ditemukan bahwa terjadi penetrasi bakteri *E.chrysanthemi* pada pupus daun yang telah dilukai menggunakan tusuk gigi, tetapi tidak terjadi penetrasi pada daun yang utuh.

Kegagalan penetrasi *E.chrysanthemi* melalui stomata pada daun utuh menunjukkan bahwa luka pada organ tanaman dibutuhkan untuk proses penetrasi bakteri. Namun, pada metode *hotspot*, tidak dapat dipastikan apakah kondisi ini terpenuhi pada setiap tanaman uji sehingga patogen dapat menginfeksi inang secara merata.

5. SKRINING DENGAN ARTIFICIAL INOCULATION

Metode inokulasi buatan (*artificial inoculation*) adalah metode skrining ketahanan penyakit dengan cara memberikan paparan patogen terhadap tanaman uji secara sengaja. Hasil dari metode ini lebih akurat dibanding dengan metode *hotspot* karena paparan patogen yang diberikan pada setiap tanaman bersifat seragam [19].

Ahmad et al. (2015) [20], melakukan pengujian efektivitas 4 metode inokulasi buatan untuk skrining ketahanan tanaman jagung terhadap penyakit BSR menggunakan benih jagung Pioneer XOG-79 yang diketahui rentan terhadap BSR. Skrining dilakukan di dalam *greenhouse* dan tanaman diinokulasi pada usia 1 bulan setelah tanam dengan suspensi bakteri *Erwinia chrysanthemi* sebanyak 2×10^8 cfu/mL. Pengujian dilakukan sebanyak 2 kali, yakni pada musim tanam 2007 dan 2008 di area Jammu, India.

Metode pertama adalah injeksi 5 mL suspensi bakteri ke batang bagian bawah menggunakan jarum suntik. Metode kedua adalah inokulasi melalui akar dengan cara mencabut tanaman sampai ke perakaran tanpa merusak akar. Kemudian bagian akar dibersihkan dari tanah yang menempel dan ujung akar dipotong menggunakan pisau bedah. Selanjutnya akar tanaman direndam dalam *flask* yang berisi 25 mL suspensi bakteri selama 24 jam, setelah itu ditanam kembali dalam tanah yang sudah diautoklaf. Metode ketiga yakni inokulasi dengan menuangkan 15 mL suspensi bakteri ke bagian pupus daun tanaman. Metode yang terakhir adalah dengan memotong daun tanaman kemudian bekas potongan direndam dalam suspensi bakteri selama 1,5 jam.

Dari pengujian tersebut diketahui bahwa teknik inokulasi BSR yang efektif adalah dengan metode injeksi pada batang dan inokulasi melalui akar, dimana teknik injeksi menghasilkan PDI mencapai 100% dengan waktu inkubasi selama 6-7 hari. Sedangkan, teknik inokulasi melalui akar menghasilkan PDI dengan rentang 40-60% dengan waktu inkubasi selama 9-10 hari. Teknik inokulasi pada pupus daun dan bekas potongan daun gagal menyebabkan infeksi. Hal yang sama juga dilaporkan dari penelitian oleh

Rangrajan dan Chakravarti (1970) [21], bahwa teknik inokulasi paling efektif untuk penyakit BSR adalah dengan injeksi menggunakan jarum suntik pada bagian batang yang dekat dengan titik tumbuh dan teknik inokulasi pada perakaran. Namun, selain karena nilai PDI yang rendah dan waktu inkubasi yang lebih lama dibanding dengan teknik injeksi, resiko kerusakan tanaman saat proses pencabutan akar pada

teknik inokulasi akar terbilang tinggi [1]. Sehingga, metode inokulasi akar hanya dapat diterapkan pada tanaman yang masih sangat muda.

Penelitian untuk menguji berbagai metode inokulasi buatan juga dilakukan oleh Prasad dan Sinha (1977) [12], dimana eksperimen dilakukan di *greenhouse* dan di lahan dengan kondisi alami. *Greenhouse* dikondisikan pada suhu 35°C dengan RH 70% dan tanaman ditanam dalam pot yang dapat menjaga kelembaban tanah. Tanaman diinokulasi pada variasi usia 30, 45, dan 60 HST dengan variasi teknik inokulasi meliputi inokulasi pada batang menggunakan jarum suntik, tusuk gigi, dan multi-needle, inokulasi pada dasar batang, penyemprotan inokulum pada daun, penuangan inokulum pada pupus daun, inokulasi melalui bagian atas tongkol jagung pada fase silking dan pada usia 70-75 HST, inokulasi pada perakaran yang telah dilukai, inokulasi pada benih, dan inokulasi pada kotiledon. Dari pengujian ini diperoleh bahwa metode paling efektif adalah metode inokulasi pada batang menggunakan jarum suntik dan tusuk gigi pada tanaman usia 30 HST. Inokulasi pada batang menggunakan jarum suntik menghasilkan PDI 95-100% pada percobaan di *greenhouse* dan 80-85% pada percobaan di lahan dengan lama inkubasi masing-masing 3-5 hari dan 5-7 hari. Sedangkan, metode inokulasi pada batang menggunakan tusuk gigi menghasilkan PDI 90-95% pada percobaan di *greenhouse* dan 80-85% pada percobaan di lahan dengan lama inkubasi masing-masing 5-7 hari dan 7-9 hari.

6. Kesimpulan

Dari ulasan diatas, dapat disimpulkan bahwa metode skrinning ketahanan tanaman jagung terhadap penyakit BSR yang paling efektif adalah dengan menginokulasikan suspensi *Erwinia* sp. ke batang tanaman jagung usia 30 hari menggunakan jarum suntik. Skrining dilakukan pada lingkungan uji bertemperatur 30-35°C dan kelembapan relatif 70-100% dengan kondisi tanah yang selalu basah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suriani, B. Patandjengi, Muh. Junaid, and A. Muis, "The Presence of Bacterial Stalk Rot Disease on Corn in Indonesia: A Review," *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*, vol. 911, no. 1, p. 012058, Nov. 2021, doi: 10.1088/1755-1315/911/1/012058.
- [2] Badan Pusat Statistik, "Produksi Jagung Menurut Provinsi (Ton)," 2022. <https://www.bps.go.id> (accessed Aug. 14, 2023).
- [3] N. A. Subekti and A. M. Salazar, "Diallel Analysis Of Resistance to Bacterial Stalk Rot (*Pectobacterium chrysanthemi* pv. *zeae* Burk., McFad. and Dim.) In Corn (*Zea mays* L.)," *Indonesian Journal of Agricultural Science*, vol. 8, no. 2, p. 48, Oct. 2016, doi: 10.21082/ijas.v8n2.2007.48-52.
- [4] I. -S. Myung *et al.*, "First Report of Bacterial Stalk Rot of Sweet Corn caused by *Dickeya zeae* in Korea," *New Dis Rep*, vol. 22, no. 1, pp. 15–15, Jul. 2010, doi: 10.5197/j.2044-0588.2010.022.015.
- [5] A. O. Canama and D. M. Hautea, "Molecular mapping of resistance to bacterial stalk rot (*Pectobacterium chrysanthemi* pv. *zeae* Burk., McFad. and Dim.) in tropical white maize (*Zea mays* L.)," *Philippine Agricultural Scientist*, vol. 93, no. 4, pp. 429–438, 2011.
- [6] Y. Guan *et al.*, "First report of corn stalk rot caused by *Dickeya zeae* on sweet corn in Shanghai, China," *Journal of Plant Pathology*, vol. 102, no. 2, pp. 557–558, May 2020, doi: 10.1007/s42161-019-00447-8.
- [7] A. Kumar, K. Vigyan, K. Jhansi, M. Hunjan, and H. Kaur, "Characterization of *Dickeya zeae* Isolates causing Stalk Rot of Maize based on Biochemical Assays and Antibiotic Sensitivity," *Indian Phytopath.*, vol. 68, no. 4, pp. 375–379, 2015, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/313478373>
- [8] K. Adesh, H. Mandeep Singh, K. Harleen, and R. Roomi, "Studies on Survival of *Dickeya zeae* Causing Agent of Bacterial Stalk Rot Disease of Maize," *International Journal of Agriculture Sciences Citation*, vol. 9, no. 8, pp. 3913–3916, 2017, [Online]. Available: <http://www.bioinfopublication.org/jouarchive.php?opt=&jouid=BPJ0000217>
- [9] N. Nahar, Md. M. Haque, Md. A. A. Khan, and Md. A. Haque, "Plant Extract Regulating Pectate Lyase Production in Soft Rotting Bacterial Isolates," *The Agriculturists*, vol. 13, no. 2, pp. 81–88, Jan. 2016, doi: 10.3329/agric.v13i2.26594.
- [10] A. Kumar, M. S. Hunjan, H. Kaur, R. Rawal, A. Kumar, and P. P. Singh, "A Review on Bacterial Stalk Rot Disease of Maize caused by *Dickeya zeae*," *Journal of Applied and Natural Science*, vol. 9, no. 2, pp. 1214–1225, Jun. 2017, doi: 10.31018/jans.v9i2.1348.
- [11] T. B. C. B. P. Anil Kumar, "Factors Affecting Survival of *Erwinia carotovora*, Causal Organism of Stalk Rot of Maize in Soil," *Ada Phytopathologies*, vol. 35, pp. 333–340, 1970.
- [12] M. Prasad and S. K. Sinha, "Survival and Retention of Infectivity of Bacterial Stalk Rot Pathogen of Maize and its Perpetuation on Varied Cropping Pattern," *Plant Soil*, vol. 47, no. 1, pp. 245–248, May 1977, doi: 10.1007/BF00010384.
- [13] S. C. Saxena and S. Lal, "Use of Meteorological Factors in Prediction of *Erwinia* Stalk Rot of Maize," *Tropical Pest Management*, vol. 30, no. 1, pp. 82–85, Mar. 1984, doi: 10.1080/09670878409370855.
- [14] B. S. Thind and N. Singh, "Maize borer (*Chilo partellus* (Swinhoe)) as Carrier of *Erwinia carotovora* var. *zeae*, the Causal Agent of Bacterial Stalk Rot of Maize," *Current Science*, vol. 45, pp. 117–118, 1976.
- [15] S. Subedi, "A Review on Important Maize Diseases and Their Management in Nepal," *Journal of Maize Research and Development*, vol. 1, no. 1, pp. 28–52, 2015, doi: 10.5281/zenodo.34292.
- [16] S. C. L. S. Saxena, "Effect of Fertilizer Application on the Incidence of Bacterial Stalk Rot of Maize," *Indian Journal of Mycology and Plant Pathology*, vol. 11, no. 2, pp. 164–168, 1981.
- [17] P. B. Magar, S. Subedi, B. Acharya, R. B. Yadaw, K. R. Pokhrel, and K. Dhakal, "Screening of Maize Genotypes against Stalk Rot Disease in River Basin Area of Surkhet, Nepal," *Journal of Agriculture and Environment*, vol. 21, pp. 62–69, Jun. 2020, doi: 10.3126/aej.v21i0.38442.
- [18] B. S. Thind and M. M. Payak, "Epidemiological studies of bacterial stalk rot of Maize (*Zea mays* L.) incited by *Erwinia chrysanthemi* Burkh. et al. corn pathotype," *Phytopathol Mediterr*, vol. 17, no. 1, pp. 59–62, 1978.
- [19] S. G. Sood, J. C. Comstock, and N. C. Glynn, "Leaf Whorl Inoculation Method for Screening Sugarcane Rust Resistance," *Plant Dis*, vol. 93, no. 12, pp. 1335–1340, Dec. 2009, doi: 10.1094/PDIS-93-12-1335.
- [20] S. Ahamad, D. Kher, B. Lal, and K. Vigyan Kendra, "Stalk Rot of Maize Diseases in the Intermediate Zone of Jammu Region," 2015. [Online]. Available: www.ijiset.com
- [21] M. Rangrajan and B. P. Chakravarti, "Bacterial Stalk Rot of Maize in Rajasthan. Effect on Seed Germination and Varietal Susceptibility.," *Indian Phytopathol*, vol. 23, pp. 470–477, 1970.