

**PENGARUH SUHU DAN pH MEDIA TERHADAP PERTUMBUHAN ISOLAT BAKTERI ENDOFIT TERSELEKSI ASAL CABAI MERAH (*Capsicum annum*, L)**

***EFFECT OF MEDIA TEMPERATURE AND pH ON THE GROWTH OF SELECTED ENDOPHYTE BACTERIAL ISOLATES FROM RED CHILLI (*Capsicum annum*, L)***

**Imra Atil Mardya<sup>1\*</sup>, Gusmini<sup>2</sup>, Agustian<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang, Indonesia

Email Penulis Korespondensi : [\\*imra@fp.unila.ac.id](mailto:*imra@fp.unila.ac.id)

**Abstrak**

Faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri endofit adalah pH dan Suhu. Dua unsur lingkungan ini sangat penting diketahui pengaruhnya baik dalam perbanyakan bakteri maupun dalam penggunaannya. Penelitian dilakukan untuk melihat pengaruh suhu dan pH optimum terhadap pertumbuhan bakteri endofit setelah dilakukan isolasi pada jaringan batang, daun dan akar cabai merah (*Capsicum annum*, L). Rentang suhu yang dicobakan pada kisaran 30 s.d 50°C dengan selang 10°C sedangkan rentang pH media adalah berkisar dari pH 4,0 s.d pH 8,0 dengan interval 0,5. Pertumbuhan bakteri dalam media kultur cair diamati dalam interval waktu 24 jam berdasarkan perubahan OD (optical density) media kultur pada panjang gelombang 600nm dengan menggunakan spektrofotometer. Penelitian menunjukkan respons pertumbuhan isolat endofit yang bervariasi terhadap tingkatan suhu dan pH media yang berbeda. Terdapat variasi lag dan log phase antara ketiga isolate dengan lag phase terpanjang ditemukan pada isolate DN1 pada suhu 50°C. Namun demikian ketiga isolate masih tergolong bakteri mesofilik yang tumbuh optimum pada suhu 30-40°C. Terdapat juga perbedaan pH optimum antara ketiganya dimana isolate AK1 berkisar dari 6,5-7,5, isolate BT1 pada pH 6.0-8.0 dan isolate DN1 pada pH 5.5-6.0. Hasil ini menunjukkan bahwa ketiga isolate berkemungkinan besar bukan spesies yang sama dan menguatkan dugaan bahwa terdapat bakteri endofit yang spesifik untuk masing-masing jaringan tanaman cabai.

Kata-Kata Kunci : Bakteri Endofit, suhu, pH media

**Abstract**

Environmental factors that influence the growth of endophytic bacteria are pH and temperature. These two environmental factors are very important to know their effects both in bacterial propagation and in their use. Research was conducted to see the effect of optimum temperature and pH on the growth of endophytic bacterial after isolation of the stem, leaf and root tissue of red chillies (*Capsicum annum*, L). The temperature range tested was in the range of 30 to 50°C with an interval of 10°C while the pH range of the media was ranged from pH 4.0 to pH 8.0 with intervals of 0.5. Bacterial growth in the liquid culture medium was observed in 24 hour intervals based on changes in the OD (optical density) of the culture medium at a wavelength of 600nm using a spectrophotometer. Research shows varying growth responses of endophyte isolates to different levels of temperature and pH of the media. There are variations in the lag and log phase between the three isolates with the longest lag phase found in DN1 isolates at a temperature of 50°C. However, the three isolates were classified as mesophilic bacteria which grew optimally at 30-40°C. There were also differences in the optimum pH between the three where AK1 isolates ranged from 6.5-7.5, BT1 isolates at pH 6.0-8.0 and DN1 isolates at pH 5.5-6.0. These results indicate that the three isolates are likely not the same species and reinforce the notion that there are endophytic bacteria that are specific for each chili plant tissue.

Keywords: Endophytic bacteria, temperature, media pH

**PENDAHULUAN**

Bakteri endofit merupakan bakteri yang berasosiasi dengan jaringan tanaman inang tanpa menimbulkan infeksi pada tanaman dan bersifat mutualistik (Le Cocq et al.,

2017). Bakteri endofit berpotensi sebagai sumberdaya mikroba yang banyak dimanfaatkan sebagai pengendali penyakit tanaman secara hayati, fitoremediasi, serta memproduksi fitohormon pertumbuhan IAA. Perbedaan produksi IAA pada setiap jenis bakteri endofit tergantung dari ketersediaan substrat (Putri et al., 2015). Thanh (2014) dalam penelitiannya melaporkan bahwa bakteri endofit juga terlibat aktif pada promosi pertumbuhan tanaman serta perlindungan tanaman terhadap patogen. Bakteri endofit sebagai biokontrol bekerja dengan cara menurunkan kadar etilen tanaman menggunakan ACC deaminase yang terakumulasi selama tanaman mengalami cekaman biotik dan abiotik (Purnawati et al., 2014). Asosiasi antara Rhizosfer dan endofit yang menguntungkan terjadi pada tanaman jenis Gramineae karena kemampuan endofit dalam memfiksasi nitrogen (Nivya, 2015).

Pertumbuhan bakteri endofit pada satu jaringan tanaman inang sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang menjadi salah satu titik penentu keberhasilan dalam penggunaannya, karena kondisi lingkungan yang optimum akan memberikan aktivitas optimum dalam sistem bioproses bakteri endofit itu sendiri (Larran et al., 2016). Faktor lingkungan fisik dan kimia sangat berpengaruh bagi pertumbuhan bakteri endofit. Dengan kemampuan bakteri endofit dalam fiksasi nitrogen dapat meminimalisir pemakaian pupuk anorganik selama pertumbuhan tanaman (Jannah et al., 2022).

Pengetahuan tentang respons pertumbuhan bakteri pada berbagai kondisi lingkungan biasa digunakan dalam karakterisasi dan prediksi pertumbuhan bakteri (Leite et al., 2018). Bakteri bisa tumbuh pada berbagai suhu dan pH namun demikian waktu generasi dan fase lag bakteri sangat dipengaruhi oleh pH dan suhu. Setiap jenis bakteri memiliki nilai suhu dan pH terbaik dalam menunjang pertumbuhannya (Cho et al., 2016). Berkaitan dengan suhu dikenal ada tiga macam istilah yaitu: suhu tumbuh minimum adalah suhu terendah tempat suatu organisme tumbuh; suhu pertumbuhan maksimum adalah suhu tertinggi tempat suatu organisme tumbuh; suhu tumbuh optimum adalah temperatur dimana terjadi laju pertumbuhan tertinggi (Nath et al., 2022). Suhu pertumbuhan optimum bervariasi antar jenis bakteri dan biasa digunakan sebagai salah satu pengamatan dalam determinasi spesies (Kesaulya et al., 2015).

Pengaruh suhu terhadap sel meliputi beberapa macam proses fisiologi. Peningkatan suhu dapat memutus ikatan kimia, menyebabkan perubahan pada struktur tiga dimensi molekul (Elias et al., 2014). Perubahan ini dapat menghambat atau menghancurkan kemampuan molekul untuk berfungsi dengan baik. Sebagian besar bakteri mencapai pertumbuhan optimum pada suhu 25°–45°C dan bakteri ini tergolong kedalam jenis mesofilik. Sedangkan untuk bakteri yang mampu bertahan pada rentang suhu lebih tinggi tergolong kedalam jenis termofilik dengan kisaran suhu pertumbuhan 40°–80° C. (Isnawati & Trimulyono, 2018).

Faktor penting lain yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba adalah pH. Bakteri dapat tumbuh dalam berbagai nilai pH namun demikian kebanyakan bakteri lebih menyukai pH netral 7,0 (Cho et al., 2016). Beberapa spesies bakteri tumbuh pada pH sangat rendah dan bersifat asidofil, sementara yang lain tumbuh pada nilai pH yang tinggi (alkalifil). Perubahan pH media tumbuh berpengaruh terhadap proses biokimia dalam sel yang dapat mengganggu pertumbuhan mikroba. Kelebihan ion hidrogen dapat menyebabkan putusannya ikatan yang mengubah struktur tiga dimensi dari enzim. Perubahan struktur ini menjadikan enzim terdenaturasi dan bisa menjadi peristiwa yang mematikan (Bacon & White, 2016). Penelitian pengujian pengaruh suhu dan pH media pada pertumbuhan bakteri endofit dari 3 isolat yang diisolasi dari cabai merah dengan jaringan yang berbeda bertujuan untuk melihat optimalisasi kerja dari bakteri endofit

tersebut dan reaksinya terhadap perubahan suhu dan pH media tumbuh dalam upaya determinasi spesies ketiga isolat endofit cabai merah yang diperoleh.

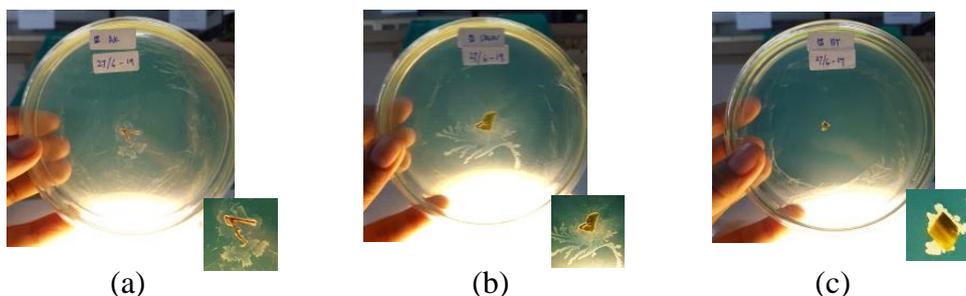
## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Pada penelitian ini digunakan alat-alat umum laboratorium mikrobiologi dan alat khusus seperti ph meter dan inkubator (4-80°C). Bahan yang digunakan adalah bakteri endofit dari hasil isolasi cabai merah pada jaringan akar, batang dan daun dengan media kultur media NB (*Nutrient Broth*), *Azospirillum* agar (HiMedia M518-0006).

### Isolat Bakteri Endofit

Isolat bakteri endofit berasal dari hasil isolasi cabai merah varietas lokal pada bagian jaringan akar, batang dan daun tanaman yang diperoleh di pertanaman cabai kecamatan Pauh, kota Padang. Bagian tanaman cabai merah yang digunakan adalah akar, batang dan daun dalam kondisi segar. Isolat bakteri endofit diseleksi menggunakan media spesifik yaitu media *Azospirillum* agar. Berdasarkan ciri fisiologis yang ditemukan pada ketiga isolat dideterminasi untuk sementara sebagai *Azospirillum* sp AK1, *Azospirillum* sp BT1 dan *Azospirillum* sp DN1 (Gambar 1).



**Gambar 1.** (a) *Azospirillum* sp AK1, (b) *Azospirillum* sp BT1, (c) *Azospirillum* sp DN1

### Optimasi Suhu dan pH Media Terhadap Pertumbuhan Bakteri Endofit

Optimasi suhu dan pH media bertujuan untuk melihat optimalisasi pertumbuhan bakteri pada suhu dan pH media yang berbeda. Optimasi suhu dilakukan dengan cara menumbuhkan isolate pada media *Azospirillum* agar yang diinkubasi pada inkubator dengan 3 tingkatan suhu 30, 40 dan 50°C. Pertumbuhan bakteri endofit diamati per hari selama 5 hari. Pengaruh pH terhadap pertumbuhan bakteri menggunakan media *Nutrient Broth* cair dilakukan pada 8 tingkatan pH dari pH media 4,0-8,0 dengan interval pH 0,5.

### Pertumbuhan Bakteri

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan analisis deskriptif kuantitatif. Pertumbuhan bakteri diamati selama 5 hari dengan interval 24 jam. Pengamatan dilakukan untuk percobaan suhu 30°-50° C. Untuk pengukuran pertumbuhan bakteri terhadap perbedaan beberapa rentang pH media dengan cara mengukur kekeruhan (optical density = OD) 2 ml kultur menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 600 nm. Data ditabulasi menggunakan excel, kemudian dibuat kurva pertumbuhan ketiga isolat bakteri pada rentang pH media yang berbeda.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Optimasi Suhu dan pH Media

Dari uji optimasi suhu seperti yang tertera pada Tabel 1, terlihat laju pertumbuhan spesifik minimum dari ketiga isolat berada pada suhu inkubasi 50°C, dan suhu 30° C untuk

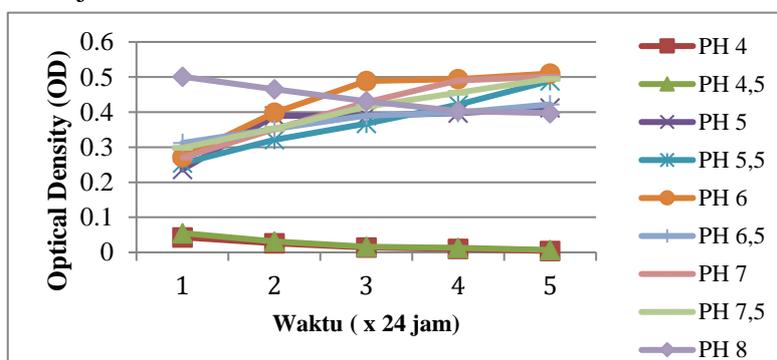
inkubasi optimum. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga isolat AK1, BT1 dan DN1 merupakan jenis bakteri mesofilik dan tumbuh optimum pada suhu 30<sup>0</sup> C. Bakteri ini mampu bertahan hidup pada suhu 50C–60<sup>0</sup>C dengan suhu optimum perkembangannya berada pada kisaran 25<sup>0</sup>C– 40<sup>0</sup> C.

**Tabel 1.** Laju Pertumbuhan Isolat Pada Rentang Suhu 30-50<sup>0</sup> C

Isolat	suhu	Pertumbuhan bakteri				
		H1	H2	H3	H4	H5
AK1	30°	-	+	+	++	+++
	40°	-	+	+	+	++
	50°	-	-	+	+	+
BT1	30°	-	-	+	++	++
	40°	-	+	+	+	+
	50°	-	-	+	+	+
DN1	30°	-	-	+	+	++
	40°	-	-	+	+	+
	50°	-	-	-	+	+

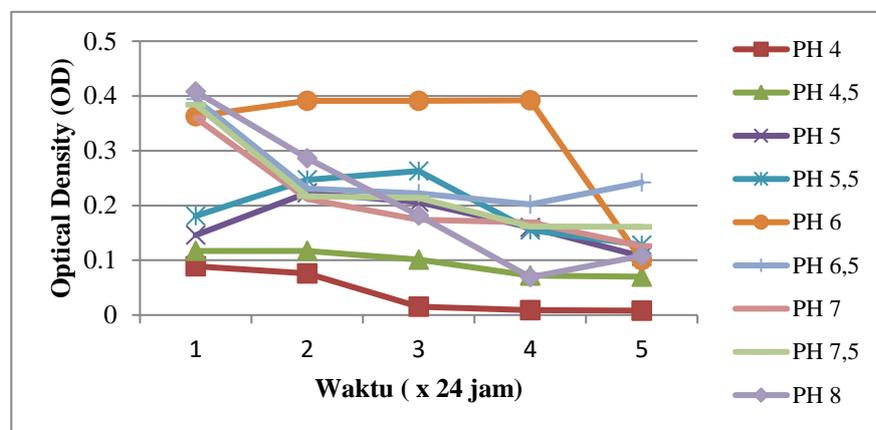
Berdasarkan Tabel 1, terlihat bahwa ketiga isolate memperlihatkan kecepatan pertumbuhan yang berbeda dalam merespon peningkatan suhu. Fase lag isolate DN1 lebih panjang dibandingkan dua isolate lainnya AK1 dan BT1 untuk semua tingkatan suhu. Ketiga isolat terlihat masih menjalani fase lag di hari pertama, tetapi pada hari ke-2 isolat AK1 dan BT1 sudah mulai tumbuh pada suhu 30 dan 40<sup>0</sup> C namun demikian tidak halnya dengan isolate DN1 yang baru kelihatan pertumbuhan koloninya di hari ke-3 pada suhu 30 dan 40<sup>0</sup> C. Pada suhu 50<sup>0</sup> C isolat DN1 masih terkendala pertumbuhannya.

Suhu berperan sangat penting pada reaksi enzimatik. Secara umum, aktivitas enzimatik dalam sel akan menurun seiring kenaikan temperatur di atas atau di bawah suhu optimum (Kesaulya et al., 2015). Ketika suhu meningkat diatas optimum, protein mengalami perubahan konformasi sehingga gugus reaktif terganggu mengakibatkan enzim terdenaturasi (Bacon & White, 2016). (Elias et al., 2014) menyatakan bahwa suhu adalah faktor fisik yang mempengaruhi reaksi kimia dan stabilitas struktur molekul protein dari bakteri itu sendiri yang berakibat pada laju pertumbuhan bakteri. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari ketiga isolat AK1, BT1 dan D1 dapat disimpulkan bahwa suhu inkubasi optimum untuk pertumbuhan ketiga isolat memiliki rentang 30<sup>0</sup> C – 40<sup>0</sup> C yang tergolong kedalam jenis bakteri mesofilik.



**Gambar 2.** Kurva pertumbuhan spesifik bakteri AK1(OD) pada beberapa rentang pH media

Gambar 2, menunjukkan bahwa bakteri dari isolat AK1 mengalami percepatan pertumbuhan yang tertinggi pada pH 8 dibandingkan dengan pH yang lainnya. Fase log phase isolate AK1 sudah dicapai dibawah 24 jam, dan ditemukan optimum terjadi pada media dengan pH 5,5-7,5 dengan pertumbuhan maksimum pada pH 8. Peningkatan nilai OD pada kurva mulai dari pH 5 s.d pH 7,5 membuktikan bahwa fase lag/ fase penyesuaian bakteri pada lingkungan berlangsung sangat cepat sehingga perbedaan fase tidak terlihat jelas. Fase lag dan log (fase eksponensial) terjadi dalam waktu singkat, sehingga penggunaan sumber nutrisi pada media pertumbuhan (ATP) untuk kegiatan respirasi bakteri juga berjalan dengan cepat. Dikarenakan tidak adanya sumber nutrisi dari media pertumbuhan, sebagian dari bakteri mengalami kematian. Pertumbuhan bakteri selanjutnya menggunakan hasil penguraian sel-sel dari bakteri termofilik yang telah mati sebagai sumber nutrisi baru. Hal inilah yang menyebabkan jumlah bakteri ketika diukur pada hari berikutnya menjadi berkurang yang ditandai dengan penurunan pada kurva pertumbuhan mulai hari pertama hingga hari kelima.

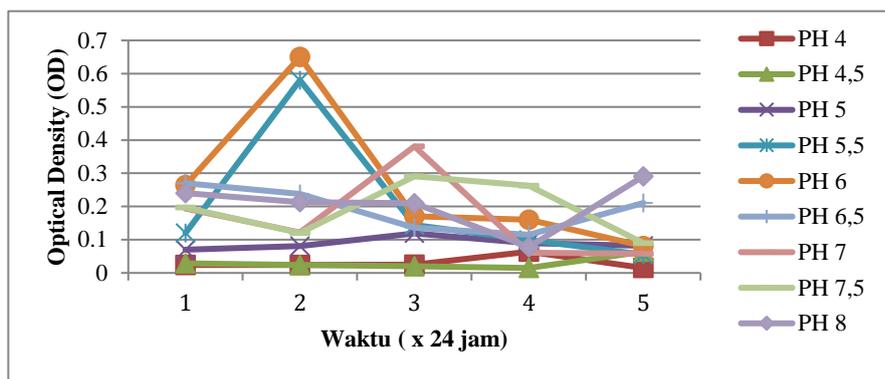


**Gambar 3.** Kurva pertumbuhan spesifik isolat bakteri BT1 (OD) pada beberapa rentang pH media

Pertumbuhan isolat BT1 pertumbuhan bakteri pada isolat AK1 dimana lag phase dan log phase terjadi selama 24 jam inkubasi pada pH 6,0-8,0 dibandingkan dengan pH yang lainnya, sehingga fase lag dan log (fase eksponensial) terjadi dalam waktu singkat, yang menyebabkan penggunaan sumber nutrisi pada media pertumbuhan (ATP) untuk kegiatan respirasi bakteri juga berjalan dengan cepat. Hal ini menyebabkan sebagian dari bakteri mengalami kematian akibat tidak adanya sumber nutrisi dari media pertumbuhan.

Hasil penelitian (Respati et al., 2017) menyatakan bahwa faktor yang sangat mempengaruhi viabilitas bakteri yaitu pH. Pengaruh pH terhadap pertumbuhan bakteri berkaitan dengan aktivitas enzim dalam mengkatalis reaksi kimia. pH lingkungan yang sangat rendah akan berpengaruh pada pembelahan sel yang dapat merubah fisiologis sel bakteri (Suhandono & Utari, 2014).

Berdasarkan pertumbuhan bakteri pada kurva (Gambar 4), terlihat isolat bakteri DN1 sedikit berbeda dengan kurva pertumbuhan isolat AK1 dan BT1 yang memiliki bentuk kurva fluktuatif disebabkan karena bakteri mengalami pertumbuhan kembali setelah mengalami kematian yang dapat dilihat dari penurunan pada kurva pertumbuhan.



**Gambar 4.** Kurva pertumbuhan spesifik isolat bakteri DN 1 (OD) pada beberapa rentang pH media

Jika dilihat pada Gambar 4, pertumbuhan log phase isolat DN1 sudah tercapai pada pH dibawah 5,5 dan pH diatas 6.0 dihari pertama. Pertumbuhan isolat masih berlanjut dan mencapai maksimal pada hari ke-2 seperti yang ditunjukkan nilai OD maksimum terdapat pada media dengan pH 5,5 dan 6.0. Dari ketiga hasil uji pH media (Gambar 2, 3 dan 4) yang dilakukan pada isolat AK1, BT1 dan DN1, terlihat bahwa pH media optimum pertumbuhan isolat AK1 adalah 6,5–7,5, isolat BT1 pada pH 6.0-8.0 dan isolat DN1 pada pH 5.5-6.0.

Ini sesuai dengan pernyataan Cho et al., (2016), bahwa pertumbuhan optimum bakteri berada pada pH 6,5 - 8,0. pH sangat berkaitan dengan aktivitas enzim yang dihasilkan bakteri untuk mengkatalis reaksi yang berhubungan dengan pertumbuhan bakteri itu sendiri. Pertumbuhan bakteri akan terganggu pada kondisi pH yang tidak optimum. (Bintang et al., 2014) menyatakan bahwa tingginya kemasaman media akan menghambat aktivitas enzim bakteri dan menyebabkan fluks katabolik melalui glikolisis berkurang dan laju sintesis energi biokimia menurun. (Anjum & Chandra, 2015) juga menyatakan penurunan produksi energi bersamaan dengan peningkatan energi untuk mengatasi kemasaman sitoplasma, sehingga energi untuk sintesa biomassa menjadi terbatas dan pada akhirnya laju pertumbuhan spesifik bakteri menurun dan pertumbuhan bakteri berhenti.

pH optimum enzim tidak harus sama dengan pH lingkungan normalnya, dimana nilai pH sedikit diatas atau dibawah pH optimum masih tetap terkait satu sama lain, karena mempengaruhi struktur tiga dimensi dari enzim dimana aktivitasnya juga dipengaruhi adanya ion hidrogen. (Bacon & White, 2016) menyatakan struktur tiga dimensi enzim paling kondusif untuk mengikat substrat pada kondisi pH optimum, dan jika ion hidrogen mengalami perubahan dari konsentrasi optimal, secara progresif aktivitas enzimatik akan hilang sampai menjadi tidak fungsional. Bakteri bekerja optimum pada pH 6-8, akan tetapi untuk jenis mikroba tertentu masih dapat hidup pada pH yang lebih rendah (acidophiles) atau pH yang lebih tinggi (alkalophiles).

(Isnawati & Trimulyono, 2018) menyatakan bahwa pengaruh pH terhadap pertumbuhan bakteri sangat nyata karena berpengaruh dalam proses pembelahan sel. Nilai pH yang rendah (4,0; 4,5 dan 5,0) mengubah keadaan fisiologis sel bakteri. Tingkat kemasaman media yang tinggi menghambat aktivitas enzim katabolik yang mengakibatkan proses glikolisis berkurang sehingga sintesis energi biokimia menurun. Ketidakseimbangan produksi energi dengan penggunaan energi untuk mengatasi kemasaman sitoplasma menjadikan energi yang dibutuhkan dalam sintesis biomassa terbatas. Pada akhirnya terjadi penurunan laju pertumbuhan spesifik bakteri secara

progresif sehingga pertumbuhan bakteri terhenti. Hasil uji perubahan temperatur dan pH media terhadap pertumbuhan tiga isolat asal cabai ini mengindikasikan bahwa ketiganya berkemungkinan besar bukanlah spesies yang sama. Penelitian (Bacon & White, 2016) menunjukkan bahwa terdapat regulasi tersendiri partisi komunitas endofit dalam jaringan tanaman. Hal yang sama juga ditemukan pada tanaman blackberry (*Rubus Fruticosus*) penelitian (Contreras et al., 2016) seperti halnya juga ditemukan pada tanaman obat *Stellera chamaejasme* (Liu et al., 2022).

### KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa ketiga isolat memiliki suhu dan pH media optimum yang berbeda satu sama lain. Ketiga isolat bakteri tergolong bakteri mesofilik yang tumbuh optimum pada suhu 30°-40°C, sedangkan untuk pH media optimum terdapat perbedaan antara ketiganya dimana isolat AK1 berkisar dari pH 6,5–7,5, isolat BT1 pH 6.0-8.0 dan isolat DN1 pH 5.5-6.0. Hasil ini menunjukkan bahwa ketiga isolat berkemungkinan besar bukanlah merupakan spesies yang sama dan menguatkan dugaan bahwa terdapat isolat bakteri endofit yang spesifik untuk masing-masing jaringan pada tanaman cabai.

Disarankan agar adanya penelitian lebih lanjut untuk mengeksplorasi pengaruh faktor lain seperti nutrisi, cahaya, dan kelembaban terhadap pertumbuhan bakteri endofit.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Hasil penelitian yang dilaporkan dalam artikel ini secara finansial didukung oleh Hibah Penelitian Kompetensi DRPM Kemenristekdikti untuk tahun 2019 dengan kontrak (No. T/26/UN.16.17/PT.01.03/PD-PP/2019).

### DAFTAR PUSTAKA

- Anjum, N., & Chandra, R. (2015). Endophytic bacteria: Optimizat on of isolation procedure from various medicinal plants and their preliminary characterization. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 8(4), 233–238.
- Bacon, C. W., & White, J. F. (2016). Functions, mechanisms and regulation of endophytic and epiphytic microbial communities of plants. In *Symbiosis* (Vol. 68, Issues 1–3, pp. 87–98). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/s13199-015-0350-2>
- Bintang, M., Safira, U. M., Kusumawati, D. E., Pasaribu, F. H., Template, A. D. N. A., & Isolate, B. S. (2014). *Analysis of 16S rRNA Sequence of Endophytic Bacteria Isolate BSI from Piper betle [L.] Stem.* 69–70. <https://doi.org/10.15242/iicbe.c414049>
- Cho, S. J., Kim, M. H., & Lee, Y. O. (2016). Effect of pH on soil bacterial diversity. *Journal of Ecology and Environment*, 40(1).
- Contreras, M., Loeza, P. D., Villegas, J., Farias, R., & Santoyo, G. (2016). A glimpse of the endophytic bacterial diversity in roots of blackberry plants (*Rubus fruticosus*). *Genetics and Molecular Research*, 15(3). <https://doi.org/10.4238/gmr.15038542>
- Elias, M., Wieczorek, G., Rosenne, S., & Tawfik, D. S. (2014). Erratum to: “The universality of enzymatic rate-temperature dependency”. [Trends in Biochemical Sciences 39, (2014), 1-7]. *Trends in Biochemical Sciences*, 39(6), 299. <https://doi.org/10.1016/j.tibs.2014.04.005>
- Isnawati, & Trimulyono, G. (2018). Temperature range and degree of acidity growth of

- isolate of indigenous bacteria on fermented feed “fermege.” *Journal of Physics: Conference Series*, 953(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/953/1/012209>
- Jannah, M., Jannah, R., & Fahrumsyah, F. (2022). Kajian literatur: penggunaan plant growth promoting Rhizobacteria (PGPR) untuk meningkatkan pertumbuhan dan mengurangi pemakaian pupuk anorganik pada tanaman pertanian. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*, 5(1), 41-49.
- Kesaulya, H., Baharuddin, Zakaria, B., & Syaiful, S. A. (2015). Isolation and Physiological Characterization of PGPR from Potato Plant Rhizosphere in Medium Land of Buru Island. *Procedia Food Science*, 3, 190–199. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2015.01.021>
- Larran, S., Simón, M. R., Moreno, M. V., Siurana, M. P. S., & Perelló, A. (2016). Endophytes from wheat as biocontrol agents against tan spot disease. *Biological Control*, 92, 17–23. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2015.09.002>
- Le Cocq, K., Gurr, S. J., Hirsch, P. R., & Mauchline, T. H. (2017). Exploitation of endophytes for sustainable agricultural intensification. In *Molecular Plant Pathology*, 18 (3), 469–473.
- Leite, D. C. A., Salles, J. F., Calderon, E. N., van Elsas, J. D., & Peixoto, R. S. (2018). Specific plasmid patterns and high rates of bacterial co-occurrence within the coral holobiont. *Ecology and Evolution*, 8(3), 1818–1832. <https://doi.org/10.1002/ece3.3717>
- Liu, H., Cheng, J., Jin, H., Xu, Z., Yang, X., Min, D., Xu, X., Shao, X., Lu, D., & Qin, B. (2022). Characterization of Rhizosphere and Endophytic Microbial Communities Associated with *Stipa purpurea* and Their Correlation with Soil Environmental Factors. *Plants*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/plants11030363>
- Nath, R., Tamuly, D., Sharma, G. D., & Barooah, M. (2022). Effect of endophytic bacterial consortium isolated from tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) roots on growth and yield of *Phaseolus vulgaris* L. *Ecology, Environment and Conservation*, 28(08), S122–S133. <https://doi.org/10.53550/eec.2022.v28i08s.020>
- Nivya, R. M. (2015). A Study on Plant Growth Promoting Activity of the Endophytic Bacteria Isolated from the Root Nodules of *Mimosa Pudica* Plant. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 4(8), 6959–6968. <https://doi.org/10.15680/ijirset.2015.0408035>
- Purnawati, A., Sastrahidayat, I. R., Abadi, A. L., & Hadiastono, T. (2014). Endophytic Bacteria as Biocontrol Agents of Tomato Bacterial Wilt Disease. *JTLS / J. Trop. Life. Science*, 4(1), 33–36.
- Putri, A. Z., Sasongko, D., & Susilowati, D. N. (2015). Screening of rhizosphere bacteria from rice fields in the coastal area as Acc-deaminase and auxin producer. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 5(1), 27–30. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.5.1.480>
- Respati, N. Y., Yulianti, E., & Rahmawati, A. (2017). Optimasi Suhu Dan Ph Media Pertumbuhan Bakteri Pelarut Fosfat Dari Isolat Bakteri Termofilik. *Kingdom (The Journal of Biological Studies)*, 6(7), 423–430.
- Suhandono, S., & Utari, I. B. (2014). Isolation and Molecular Identification of Endophytic Bacteria from Durian Arillus (*Durio zibethinus* Murr.) var. Matahari. *Microbiology Indonesia*, 8(4), 161–169. <https://doi.org/10.5454/mi.8.4.3>
- Thanh, D. T. N. (2014). Isolation, Characterization and Identification of Endophytic Bacteria in Maize (*Zea Mays* L.) Cultivated on Acrisols of the Southeast of Vietnam. *American Journal of Life Sciences*, 2(4), 224. <https://doi.org/10.11648/j.ajls.20140204.16>