

“Optimalisasi Pertanian Berkelanjutan untuk Mendukung Indonesia Emas 2045”

- Studi Perkembangan Organ Vegetatif dan Generatif Tanaman Lada Varietas Nelungkup Hasil Sambungan Lada dengan Melada

Rhaisyarara Fridahaqi¹, Nyayu Siti Khodijah², Sitti Nurul Aini³, Ani Kurniawati⁴

¹*Mahasiswa Magister Ilmu Pertanian Fakultas Pertanian Perikanan dan Kelautan. Kampus Terpadu UBB Gedung Semangat. Jl Raya Balunjuk Merawang Kabupaten Bangka, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.*

²*Program Studi Magister Ilmu Pertanian Fakultas Pertanian Perikanan dan Kelautan. Kampus Terpadu UBB Gedung Semangat. Jl Raya Balunjuk Merawang Kabupaten Bangka, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.*

³*Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Perikanan dan Kelautan. Kampus Terpadu UBB Gedung Semangat. Jl Raya Balunjuk Merawang Kabupaten Bangka, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.*

⁴*Program Studi Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor, Jawa Barat.*

e-mail: nyayukhodijah@yahoo.co.id

Abstrak

Salah satu upaya pencegahan terserangnya penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan oleh *Phytophthora capsica* pada tanaman lada adalah dengan memanfaatkan tanaman melada (*Piper colubrinum* Link.) sebagai batang bawah. Penelitian dilakukan dengan metode survey dan observasi. Titik pengamatan ditentuan dengan metode random sampling. Sampel bibit dan tanaman ditentukan secara acak. Karakter yang diamati antara lain adalah tebal daun, luas daun, diameter batang, diameter tajuk, jumlah malai, panjang malai, bobot malai dan jumlah biji per malai. Data disajikan secara kuantitatif dan kualitatif. Pengamatan tanaman lada sambung masing-masing terdiri dari 14 ulangan, dan tiap-tiap ulangan terdiri dari 3 sampel tanaman, dengan total jumlah tanaman sampel sebanyak 84 tanaman yang terdiri dari 42 tanaman lada non sambung dan 42 tanaman lada sambung. Tanaman yang dijadikan sampel diberikan label yang digunakan sebagai tanda. Data yang didapatkan selanjutnya diuji menggunakan Uji Regresi. Hasil menunjukkan adanya kisaran pertumbuhan vegetatif dan generatif. Peran diameter tajuk sebesar 15,7 persen lebih besar dibandingkan luas daun (1,2 persen), tebal daun (0,6 persen) dan diameter batang (90,8 persen) dalam mempengaruhi jumlah buah per malai. Peran Panjang malai lebih besar (sebesar 17,7 persen) dibandingkan jumlah malai perpohon (0,8 persen) dan bobot malai (4,97 persen) dalam mempengaruhi pertambahan jumlah buah per malai. Berdasarkan hasil ini dapat dinyatakan bahwa ada peran tidak langsung dari pertumbuhan vegetate terutama tebal daun, diameter tajuk, diameter batang dalam mempengaruhi Panjang malai yang selanjutnya Panjang malai akan mempengaruhi pertambahan jumlah buah per malai.

Kata kunci: lada, lada putih, melada, *muntok white piper*, sambung lada.

418

Pendahuluan

Tanaman lada adalah salah satu jenis rempah yang banyak dibutuhkan sebagai penyedap makanan. Lada merupakan salah satu komoditi unggulan Bangka Belitung yang telah diakui oleh dunia. Namun, dalam proses pembudidayaannya tidak sedikit kendala yang dihadapi. Salah satu kendala yang dihadapi oleh petani dalam budidaya lada adalah penyakit busuk pangkal batang. Agussalim *et al.*, (2017) menyatakan bahwa penyakit busuk pangkal batang pada tanaman lada adalah salah satu penyakit yang sering menyerang.

Penyakit busuk buah pangkal batang pada tanaman lada disebabkan oleh *Phytophthora capsici*. Media penyebaran patogen *Phytophthora capsica* dapat melalui tanah yang sudah terkontaminasi dan bagian tanaman yang sudah terinfeksi. Patogen ini dapat menyerang seluruh bagian tanaman lada (Lestari *et al.*, 2023). Dodo & Burhan (2023) menyatakan bahwa *Phytophthora capsica* adalah patogen tular tanah yang sulit terdeteksi keberadaannya dan mudah tersebar melalui tanah yang terkontaminasi, terbawa aliran air, atau bagian tanaman yang sakit dengan intensitas serangan sebesar 61,2%. Yusnita *et al.*, (2024) menyatakan bahwa serangan penyakit busuk pangkal batang pada tanaman lada dapat menurunkan produksi sebesar 10-15% per tahun.

Salah satu upaya pencegahan terserangnya penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan oleh *Phytophthora capsica* pada tanaman lada adalah dengan memanfaatkan tanaman melada (*Piper colubrinum* Link.) sebagai batang bawah. Angraini *et al.*, (2021) menyatakan bahwa tanaman melada bersifat resisten terhadap serangan patogen *Phytophthora capsica* yang menyebabkan penyakit busuk buah tanaman lada dan resisten terhadap nematoda (*Meloidogyne incognita*), sehingga banyak dimanfaatkan sebagai batang bawah pada grafting lada sambung. Yusnita *et al.*, (2024) menyatakan bahwa pemanfaatan tanaman melada sebagai batang bawah diannggap solusi terhadap permasalahan penyakit busuk pangkal batang pada tanaman lada. Selain permasalahan penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan oleh *Phytophthora capsica*, penggunaan tajar disinyalir dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitas lada. Penelitian ini ditujukan untuk mengamati pertumbuhan dan Perkembangan Organ Vegetatif dan Generatif Tanaman Lada Varietas Nelungkup Hasil Sambungan Lada dengan Melada, hubungan antar parameter dan parameter kunci terhadap produksi lada sambung melada.

Metodologi

Penelitian dilakukan di kebun lada sambung milik Balai Penyuluhan Pertanian (BPP) Simpang Katis, Bangka Tengah. Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari sampai Mei 2024. Penelitian

dilakukan dengan metode survey dan observasi. Titik pengamatan ditentukan dengan metode *random sampling*. Sampel bibit dan tanaman ditentukan secara acak. Karakter yang diamati antara lain adalah tebal daun, luas daun, diameter batang, diameter tajuk, jumlah malai, panjang malai, bobot malai dan jumlah biji per malai. Data disajikan secara kuantitatif dan kualitatif. Pengamatan luas daun dilakukan dengan menggunakan aplikasi *ImageJ*. Pengamatan tebal daun dilakukan dengan menggunakan mikrometer sekrup.

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah melakukan orientasi lapangan yaitu penentuan tempat atau lokasi pengamatan. Langkah kedua adalah menentukan beberapa sampel tanaman yang akan diamati di tiap-tiap lokasi. Pengamatan ini dilakukan dengan 1 faktor, yaitu tanaman lada dan tanaman lada sambung. Dengan masing-masing terdiri dari 14 ulangan, dan tiap-tiap ulangan terdiri dari 3 sampel tanaman, dengan total jumlah tanaman sampel sebanyak 84 tanaman yang terdiri dari 42 tanaman lada non sambung dan 42 tanaman lada sambung. Tanaman yang dijadikan sampel diberikan label yang digunakan sebagai tanda. Data yang didapatkan selanjutnya diuji menggunakan Uji Regresi.

Hasil dan Pembahasan

Hasil menunjukkan kisaran pertumbuhan organ vegetatif (Tabel 1) dan organ generatif (Tabel 2). Data menunjukkan adanya kisaran pertumbuhan yang variatif di antara sampel pohon yang diamati.

Tabel 1. Parameter Vegetatif lada varietas nelungkup yang disambung melada umur 4 tahun setelah penyambungan

Pohon sample ke	Luas Daun(cm)	Tebal Daun (cm)	Diameter Batang (cm)	Diameter Tajuk (m)
1	26,98 ± 3,49	0,29 ± 0,03	1,35 ± 0,16	0,50 ± 0,24
2	29,51 ± 4,56	0,28 ± 0,01	1,60 ± 0,23	0,41 ± 0,11
3	27,48 ± 6,61	0,28 ± 0,03	1,51 ± 0,20	0,33 ± 0,09
4	27,07 ± 5,62	0,28 ± 0,01	1,53 ± 0,25	1,06 ± 2,36
5	29,10 ± 4,49	0,34 ± 0,05	1,51 ± 0,16	0,29 ± 0,05
6	24,25 ± 3,39	0,29 ± 0,05	1,84 ± 0,15	0,31 ± 0,04
7	27,35 ± 4,29	0,27 ± 0,04	1,43 ± 0,23	0,30 ± 0,05
8	21,18 ± 5,13	0,29 ± 0,08	1,62 ± 0,11	0,33 ± 0,07
9	24,43 ± 7,19	0,31 ± 0,09	1,64 ± 0,14	0,31 ± 0,07
10	28,90 ± 7,32	0,27 ± 0,02	1,72 ± 0,09	0,32 ± 0,07
11	24,23 ± 6,08	0,29 ± 0,03	1,38 ± 0,10	0,30 ± 0,08
12	27,96 ± 3,73	0,29 ± 0,02	1,37 ± 0,09	0,30 ± 0,07
13	21,25 ± 2,64	0,28 ± 0,02	1,28 ± 0,18	1,05 ± 2,34
14	29,48 ± 6,95	0,32 ± 0,05	1,36 ± 0,24	0,29 ± 0,06

Keterangan data diambil dari 224 sampel daun, yang berasal dari 14 pohon sampel.

Pertumbuhan lada varietas nelungkup pasca penyambungan umur 3 tahun menunjukkan kisaran luas daun mulai dari 21 cm sampai 29 cm, tebal daun berkisar antara 0,27 sampai 0,35 cm, diameter batang berkisar antara 1,35 sampai 1,84cm dan diameter tajuk berksar antara 0,29 sampai 1,06 m (Tabel 1).

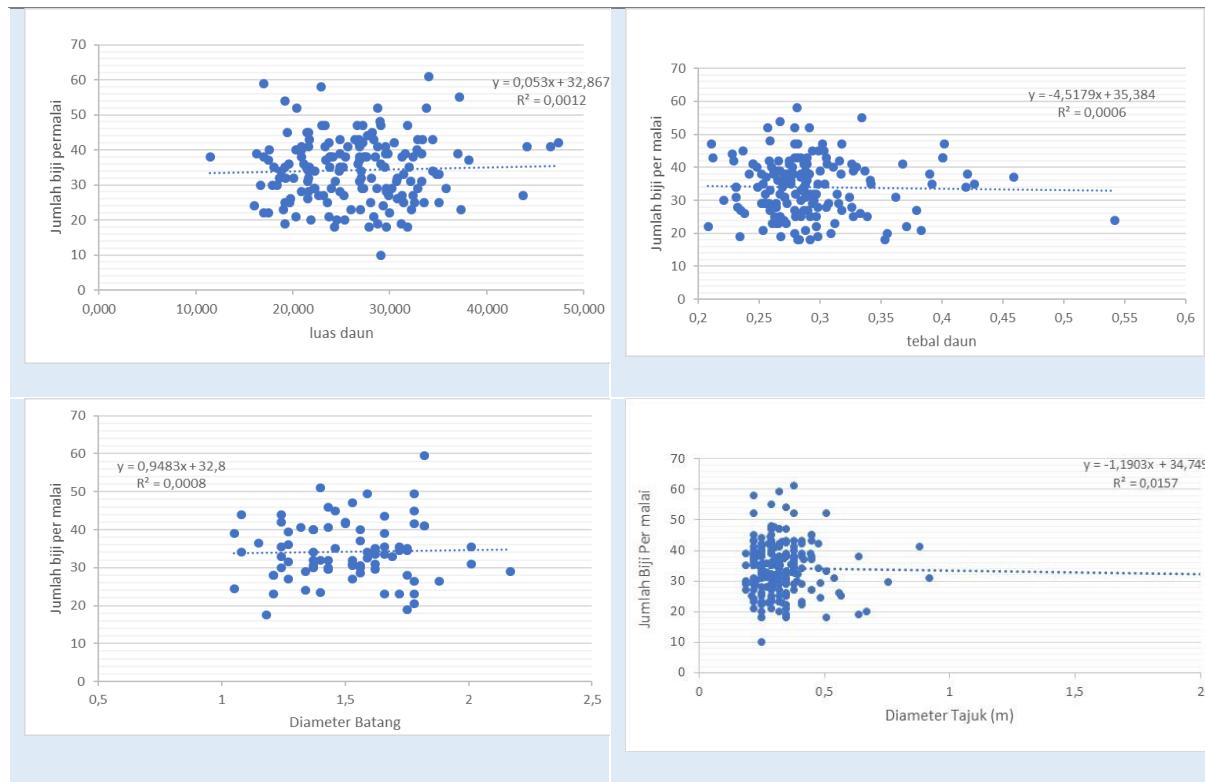
Tabel 2. Parameter Generatif lada varietas nelungkup yang di sambung melada umur 4 tahun setelah penyambungan

Pohon Sampel	Jumlah Malai	Panjang Malai	Bobot Malai	Jumlah Biji Per Malai
1	339,67 ± 97,63	7,05 ± 1,10	1,92 ± 0,44	27,33 ± 6,37
2	431,33 ± 69,78	7,30 ± 1,02	2,28 ± 0,46	30,83 ± 8,97
3	499,00 ± 239,02	7,73 ± 1,02	2,88 ± 0,30	37,00 ± 9,09
4	412,67 ± 112,28	7,58 ± 0,88	2,58 ± 0,53	35,42 ± 8,43
5	559,33 ± 74,24	8,21 ± 1,11	2,67 ± 0,56	34,08 ± 7,13
6	365,67 ± 54,94	7,72 ± 0,75	2,41 ± 0,80	30,67 ± 10,31
7	526,00 ± 89,16	7,04 ± 0,93	2,39 ± 0,74	31,75 ± 9,00
8	323,33 ± 169,13	6,90 ± 0,88	2,79 ± 0,40	36,08 ± 8,12
9	296,33 ± 69,34	7,54 ± 1,22	2,31 ± 0,56	33,00 ± 7,89
10	468,00 ± 66,35	7,92 ± 1,31	2,59 ± 0,63	40,17 ± 9,63
11	489,33 ± 90,48	8,44 ± 0,92	2,35 ± 0,59	32,00 ± 6,53
12	310,00 ± 158,66	8,48 ± 1,35	2,80 ± 0,54	34,25 ± 7,99
13	441,67 ± 273,04	7,73 ± 1,49	2,82 ± 0,55	36,83 ± 6,83
14	356,67 ± 62,36	8,32 ± 1,16	3,05 ± 0,72	39,83 ± 5,57

Keterangan data diambil dari 224 sampel daun, yang berasal dari 14 pohon sampel.

Tabel 2 menunjukkan kisaran jumlah malai per pohon adalah 296 sampai 526 buah, Panjang malai berkisar antara 6,90 sampai 8,48 cm, bobot malai rata-rata berkisar antara 1,92 sampai 3,05 g dan jumlah biji per malai berkisar antara 27,33 sampai 40,17 buah per malai.

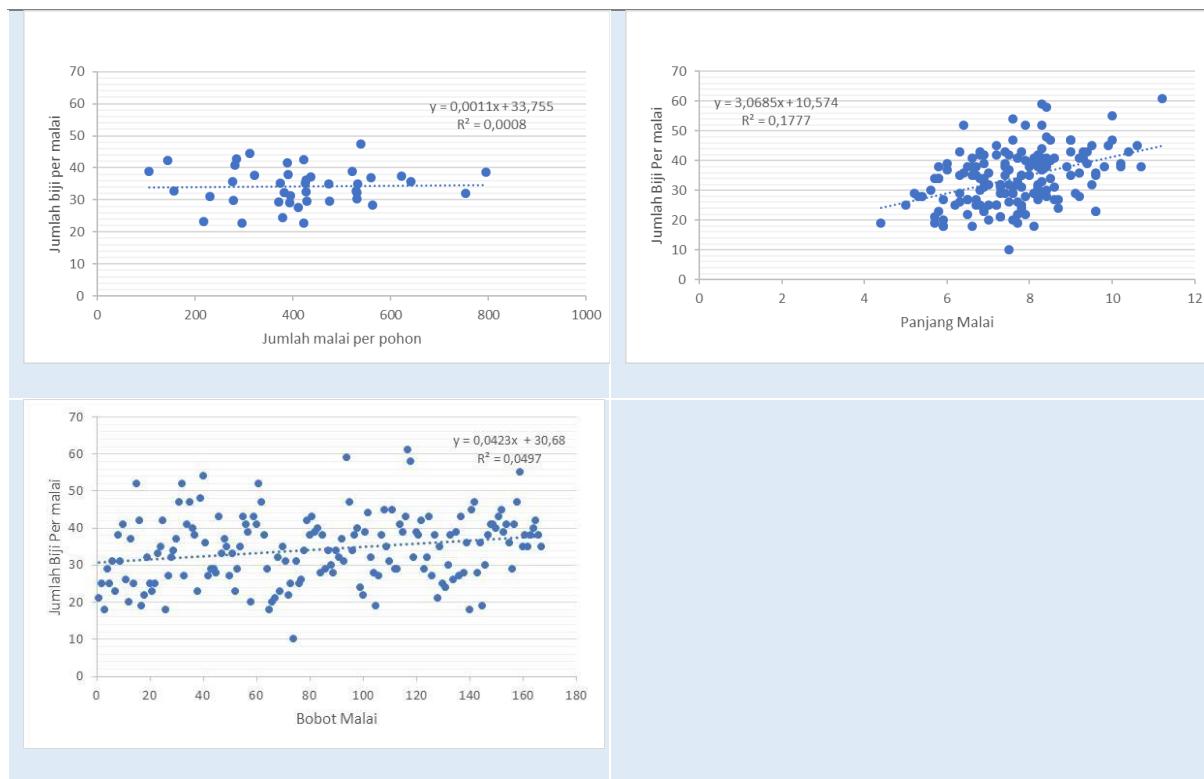
Hubungan Peubah Vegetatif dengan jumlah biji per malai.



Gambar 1. Grafik hubungan antara parameter vegetatif dengan jumlah biji per malai

Grafik pada Gambar 1 menunjukkan hubungan jumlah biji per malai dengan luas daun sebesar R^2 0.0012, nilai ini nilai koefisien determinasi. Koefisien determinasi merupakan cerminan besarnya pengaruh faktor terhadap faktor X, dengan demikian faktor luas daun hanya mempengaruhi sebesar 1,2 persen terhadap jumlah buah per malai, sisanya sebesar 98.8 persen jumlah buah per malai dipengaruhi oleh faktor lain selain luas daun. Hal ini diduga karena pada pertanaman lada susunan daun yang rapat memungkinkan peran nilai luas daun tidak terdeteksi per individu daun. Peran tebal daun terhadap jumlah biji per malai sebesar 0.0006, artinya peran tebal daun dalam mempengaruhi jumlah buah per malai hanya sebesar 0,6 persen sisanya 99,4 jumlah malai per buah dipengaruhi oleh faktor lain selain faktor tebal daun. Selanjutnya berdasarkan data yang sama pada gambar 1 menunjukkan peran diameter batang juga hanya sebesar 0,8 persen dan peran diameter tajuk sebesar 15,7 persen dalam meningkatkan jumlah buah per malai.

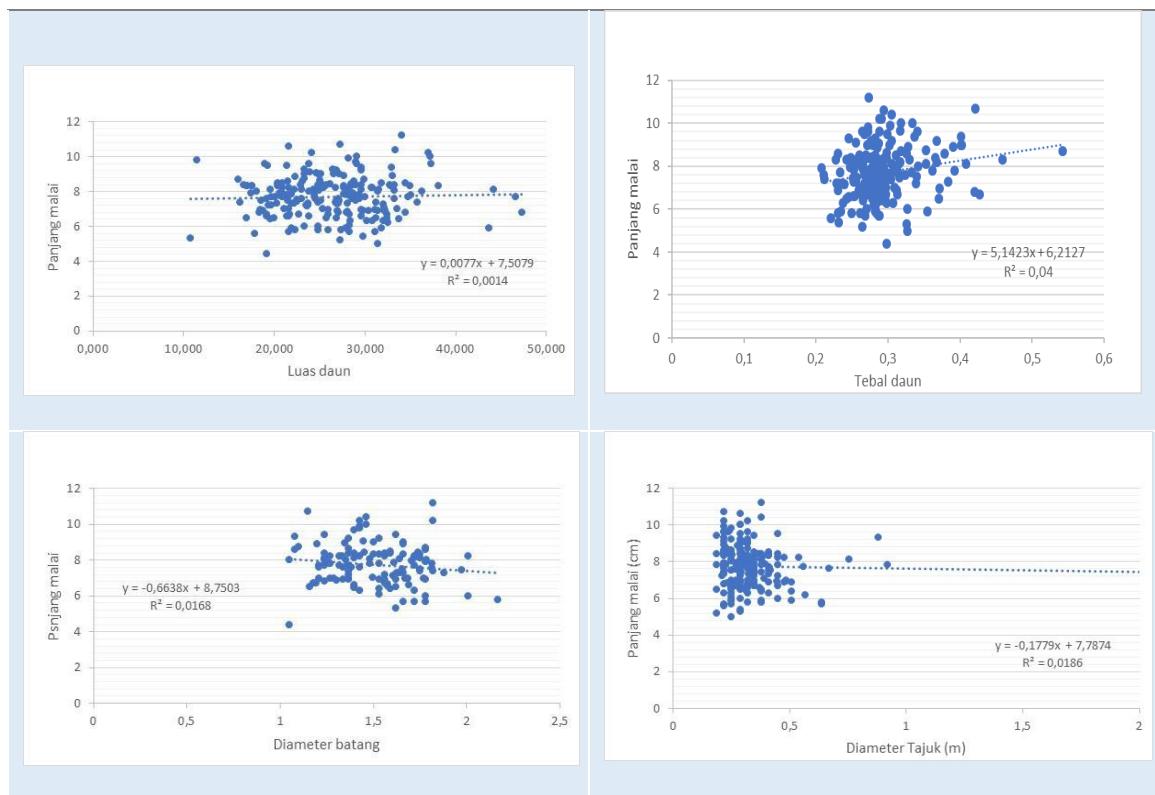
Hubungan Parameter Generatif dengan jumlah biji per malai.



Gambar 2. Grafik hubungan antara parameter Generatif dengan jumlah biji per malai

Grafik pada Gambar 2. Nilai koefisien determinasi (r^2) jumlah malai terhadap jumlah buah per malai adalah sebesar 0,0008 atau sebesar 0,8 persen merupakan peran Jumlah malai per pohon dalam menyebabkan pertambahan jumlah biji per malai. Sedangkan nilai r^2 panjang malai terhadap jumlah malai mempunyai nilai determinasi sebesar 0,1777 atau Panjang malai mempunyai peran sebesar 17 persen dalam meningkatkan jumlah buah per malai, selebihnya akan dipengaruhi faktor lain selain Panjang malai. Sedangkan bobot malai terhadap jumlah buah per malai mempunyai nilai r^2 sebesar 0,0497 atau peran bobot malai dalam meningkatkan jumlah malai hanya berkisar sebesar 4,97 persen sisanya sebesar 95,03 persen jumlah buah per malai akan dipengaruhi oleh faktor lain selain faktor berat malai.

Hubungan Panjang malai dan organ Vegetatif



Gambar 3. grafik hubungan Panjang malai dengan peubah vegetatif.

Berdasarkan peubah generatif peran Panjang malai menjadi penting. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai koefisien determinasi untuk melihat besarnya peran parameter vegetatif terhadap pembentukan malai. Hasil menunjukkan luas daun mempunyai nilai r^2 sebesar 0,0014 yang artinya mempunyai peran hanya sebesar 1,4 persen dalam mempengaruhi peningkatan Panjang malai. Tebal daun mempunyai peran sebesar 40 persen dalam mempengaruhi panjang daun, diameter batang mempunyai peran sebesar 16,8 persen dalam mempengaruhi Panjang malai dan diameter tajuk mempunyai peran sebesar 18 persen dalam mempengaruhi panjang malai

Berdasarkan hasil ini dapat dinyatakan bahwa ada peran tidak langsung dari pertumbuhan vegetatif terutama tebal daun, diameter tajuk, diameter batang dalam mempengaruhi Panjang malai yang selanjutnya Panjang malai akan mempengaruhi pertambahan jumlah buah per malai. Panjang malai merupakan organ awal yang terbentuk sebagai penampung buah dan biji sehingga kekuatan organ ini menentukan untuk parameter jumlah buah.

Berdasarkan parameter yang ada Panjang buah akan disupport oleh daun yang tebal, diameter tajuk yang rimbun dan diameter batang. Aliran fotosintat dibuat di daun, daun sebagai pemasok utama asimilat akan menyalurkan hasil fotosintesis melalui batang. Adam *et al.*, (2014) menyatakan bahwa Daun dewasa mengekspor sekitar 80% karbon yang difiksasi melalui fotosintesis. Meskipun sebagian

besar perhatian telah dicurahkan untuk mempelajari ekspor gula yang baru disintesis, ini hanyalah salah satu sumber nutrisi yang masuk dalam aliran ekspor. Mesofil juga memasok asam amino dan spesies kimia lainnya; ion dan senyawa dialihkan dari xilem, dan sel pendamping memiliki kapasitas untuk mengkonfigurasi ulang metabolit saat mereka melewati tabung saringan.

Jumlah yang dialirkan dipengaruhi oleh kelengkapan organ fotosintat yang dicerminkan oleh daun yang tebal relatif akan mempunyai organ fotosintat yang lebih baik dibandingkan daun yang lebih tipis. Tebal tipis daun selain disebabkan oleh kondisi pertumbuhan juga dapat merupakan respon terhadap lingkungan. Tsukaya (2018). Menyatakan meskipun peranan daun sama, morfologi dan sistem perkembangannya sangat bervariasi, sebagian karena kebutuhan untuk memaksimalkan efisiensi fotosintesinya agar dapat bertahan hidup di bawah batasan lingkungan tertentu.

Menurut Terasima *et al.*, (2022) Cahaya harus disalurkan ke seluruh kloroplas di daun, dan didistribusikan ke sepanjang dinding sel. Sehubungan dengan lingkungan cahaya di dalam daun, Diameter tajuk dalam perannya merupakan bagian yang tidak terpisahkan dalam perannya sebagai bagian kolektif daun yang mempunyai peran sebagai pemasok fotosintat. Diameter tajuk yang lebar sebagai cerminan banyaknya daun dan banyaknya cahaya yang dapat diterima daun untuk energi fotosintesis.

Kesimpulan

1. Peran diameter tajuk sebesar 15,7 persen lebih besar dibandingkan luas daun (1,2 persen), tebal daun (0,6 persen) dan diameter batang (90,8 persen) dalam mempengaruhi jumlah buah per malai.
2. Peran Panjang malai lebih besar (sebesar 17,7 persen) dibandingkan jumlah malai per pohon (0,8 persen) dan bobot malai (4,97 persen) dalam mempengaruhi pertambahan jumlah buah per malai.
3. Berdasarkan hasil ini dapat dinyatakan bahwa ada peran tidak langsung dari pertumbuhan vegetatif terutama tebal daun, diameter tajuk, diameter batang dalam mempengaruhi Panjang malai yang selanjutnya Panjang malai akan mempengaruhi pertambahan jumlah buah per malai.

Ucapan Terimakasih

Tulisan ini merupakan bagian dari topik khusus yang dibuat sebagai syarat untuk melakukan penelitian tesis di Magister Ilmu Pertanian Universitas Bangka Belitung. Dana penelitian ini didukung

dari dana penelitian RINA IPB dan UBB dengan no kontrak. Terima kasih dihaturkan kepada Ibu Dr. Ir. Anis Kurniawati, M.Si., Ibu Dr. Nyayu Siti Khodijah, M.Si., dan Ibu Siti Nurul Aini, M.Si.

Daftar Pustaka

- Agussalim., Raharjo, D., & Asaad, M. (2017). Kajian Pengendalian Penyakit Busuk Pangkal Batang Lada Dengan Modifikasi Iklim Mikro. *Jurnal Pengkajian Dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 20(1), 59. <https://doi.org/10.21082/jpptp.v20n1.2017.p59-67>.
- An, N. V., Thành, N. C., Hải, N. T., Hương, N. T., Thảo, P. T. P., Cam, Đ. T. H., & Nhã, P. Đ. D. (2019). Evaluate the effectiveness of grafted pepper (piper colubrinum l.) Production in the southeast and central highlands of vietnam. *International Journal of Agriculture & Environmental Science*, 6(6), 78–90. <https://doi.org/10.14445/23942568/ijaes-v6i6p112>.
- Anggraini, N., Evizal, R., & Septiana, L. M. (2021). Karakteristik Pertumbuhan Melada dan Lada Sambung. *Jurnal Agrotropika*, 20(2), 129. <https://doi.org/10.23960/ja.v20i2.5322>.
- Dodo, & Burhan. (2023). Potensi Bakteri Endofit dan Rhizosfer untuk Pengendalian Phytophthora capsici (Busuk Pangkal Batang) Pada Tanaman Lada Secara Invitro. *Agrosasepa*, 1–8.
- Hidayat, N., Andriani, F., Mentari, F. S. D., Manullang, R. ., Awaludin, A., & Sarie, H. (2021). Preparation Planting Material by Grafting of Pepper (Piper nigrum L .) With Malada (Piper colubrinum L) for Extensibility in Flooded Land. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 6(3), 1290–1293.
- Lestari, N. I., Rianto, F., Syahputra, E. (2023). Identifikasi Serangan Phytophthora capsici Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang Pada Bibit Lada. *Jurnal Pertanian Agros*, 25(3), 3047–3052.
- Yusnita, Y., Hapsoro, D., Prayogi, A. N., Agustiansyah, A., & Karyanto, A. (2024). Successful Grafting of Two Indonesian Clones of Piper nigrum L. with P. colubrinum Link: Effects of IBA and NAA on Rooting and Effects of BA on Grafting. *Agrivita*, 46(1), 28–37. <https://doi.org/10.17503/agrivita.v46i1.3899>.
- Agussalim., Raharjo, D., & Asaad, M. (2017). Kajian Pengendalian Penyakit Busuk Pangkal Batang Lada Dengan Modifikasi Iklim Mikro. *Jurnal Pengkajian Dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 20(1), 59. <https://doi.org/10.21082/jpptp.v20n1.2017.p59-67>.
- An, N. V., Thành, N. C., Hải, N. T., Hương, N. T., Thảo, P. T. P., Cam, Đ. T. H., & Nhã, P. Đ. D. (2019). Evaluate the effectiveness of grafted pepper (piper colubrinum l.) Production in the southeast and central highlands of vietnam. *International Journal of Agriculture & Environmental Science*, 6(6), 78–90. <https://doi.org/10.14445/23942568/ijaes-v6i6p112>.
- Anggraini, N., Evizal, R., & Septiana, L. M. (2021). Karakteristik Pertumbuhan Melada dan Lada Sambung. *Jurnal Agrotropika*, 20(2), 129. <https://doi.org/10.23960/ja.v20i2.5322>.
- Dodo, & Burhan. (2023). Potensi Bakteri Endofit dan Rhizosfer untuk Pengendalian Phytophthora capsici (Busuk Pangkal Batang) Pada Tanaman Lada Secara Invitro. *Agrosasepa*, 1–8.
- Hidayat, N., Andriani, F., Mentari, F. S. D., Manullang, R. ., Awaludin, A., & Sarie, H. (2021). Preparation Planting Material by Grafting of Pepper (Piper nigrum L .) With Malada (Piper colubrinum L) for Extensibility in Flooded Land. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 6(3), 1290–1293.

- Lestari, N. I., Rianto, F., Syahputra, E., Agroteknologi, M., Pertanian, F., Tanjungpura, U., Budidaya, J., Fakultas, P., & Universitas, P. (2023). Identifikasi Serangan Phytophthora capsici Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang Pada Bibit Lada. *Jurnal Pertanian Agros*, 25(3), 3047–3052.
- Yusnita, Y., Hapsoro, D., Prayogi, A. N., Agustiansyah, A., & Karyanto, A. (2024). Successful Grafting of Two Indonesian Clones of *Piper nigrum* L. with *P. colubrinum* Link.: Effects of IBA and NAA on Rooting and Effects of BA on Grafting. *Agrivita*, 46(1), 28–37. <https://doi.org/10.17503/agrivita.v46i1.3899>.
- Ichiro Terashima*, Yuko T. Hanba, Danny Tholen, and Ulo Niinemets 2011. Plant Physiology, January 2011, Vol. 155, pp. 108–116, www.plantphysiol.org 2010 American Society of Plant Biologists.
- Adams W. W. III, Cohu, C. M., Amiard, V., Demmig-Adams B. (2014). Associations between the acclimation of phloem-cell wall ingrowths in minor veins and maximal photosynthesis rate. *Front Plant Sci* 5:24.
- Tsukaya, H. (2018). A Consideration of Leaf Shape Evolution in the Context of the Primary Function of the Leaf as a Photosynthetic Organ. In: Adams III, W., Terashima, I. (eds) *The Leaf: A Platform for Performing Photosynthesis. Advances in Photosynthesis and Respiration*, vol 44. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93594-2_1