

RESPON PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN KEDELAI TERHADAP IKLIM MIKRO

Herry Nugroho dan Jumakir

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jambi

ABSTRAK

Iklm mikro merupakan kondisi iklim pada suatu ruang yang sangat terbatas, yang dipengaruhi oleh radiasi matahari, suhu udara, kelembaban udara dan curah hujan yang memberikan memberikan pengaruh langsung terhadap fisik pada suatu lingkungan. Tulisan ini bertujuan untuk mengetahui respon pertumbuhan dan hasil kedelai terhadap iklim mikro. Kedelai termasuk tanaman C3 merupakan tanaman yang memiliki kemampuan adaptif pada lingkungan yang memiliki kandungan CO₂ atmosfer tinggi, Tingkat fotosintesis relatif rendah, dan respirasi dirangsang oleh cahaya. Faktor-faktor iklim mikro intensitas cahaya, suhu dan kelembaban mempengaruhi tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah polong isi, jumlah polong hampa, dan produksi kedelai. Naungan, sistem tanam, mulsa dan populasi tanaman memberikan pengaruh terhadap iklim mikro.

Kata kunci : Iklim mikro, pertumbuhan dan hasil kedelai

PENDAHULUAN

Pertumbuhan dan hasil tanaman dapat ditentukan oleh tiga faktor utama, ketiga faktor tersebut adalah tanah, iklim/cuaca dan tanaman. Untuk mencapai hasil yang optimum, maka ketiga faktor tersebut harus dalam keadaan seimbang. Iklim merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Faktor-faktor iklim yang sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman adalah curah hujan, terutama untuk pertanian lahan kering, suhu maksimum dan minimum serta radiasi. Dengan mengetahui faktor-faktor cuaca tersebut pertumbuhan tanaman, tingkat fotosintesis dan respirasi yang berkembang secara dinamis dapat disimulasi (Setiawan, 2009). Intensitas cahaya dan suhu udara merupakan komponen iklim yang dapat diamati. Pada skala kecil, iklim mikro sangat mudah untuk diamati karena lingkupnya yang tidak terlalu luas. Iklim mikro adalah faktor-faktor kondisi iklim setempat yang memberikan pengaruh langsung terhadap fisik pada suatu lingkungan.

Iklm mikro merupakan iklim dilapisan udara dekat permukaan bumi

dengan ketinggian ± 2 meter, dimana pada daerah ini gerak udara lebih kecil karena permukaan bumi kasar dan perbedaan suhu yang besar. Keadaan tanaman dapat mengakibatkan perlawanan iklim yang besar dalam ruang yang sempit. Iklim mikro meliputi suhu, kelembaban dan cahaya (Bunyamin dan Aqil, 2010).

Kedelai merupakan salah satu komoditi pangan utama yang diperlukan sebagai pangan murah dan bergizi, pakan ternak serta bahan baku industri. Kebutuhan akan komoditi kedelai terus meningkat dari tahun ketahun sejalan dengan meningkatnya laju pertumbuhan penduduk dan meningkatnya kesadaran masyarakat akan gizi makanan. Produksi kedelai Indonesia berkisar

1,37 - 1,55 ton/ha. Rendahnya luas areal tanam kedelai masih menjadi kendala utama dalam pencapaian produksi dan swasembada kedelai (Badan Pusat Statistik, 2015). Salah satu upaya yang harus dilakukan pemerintah dalam meningkatkan produksi kedelai nasional adalah melalui perluasan areal tanam. Mengingat luas lahan sawah produktif semakin berkurang akibat alih fungsi menjadi lahan non pertanian maka perluasan areal tanam kedelai diarahkan pada lahan di bawah tegakan tanaman perkebunan maupun hutan tanaman industri (HTI) sebagai tanaman sela. Permasalahan yang dihadapi dalam budidaya kedelai sebagai tanaman sela adalah penaanung yang diakibatkan oleh tanaman pokok atau adanya faktor iklim mikro yang mempengaruhi tanaman karena adanya penaanung diantaranya intensitas cahaya, suhu udara, kelembaban udara, dan kadar lengas tanah. Tanaman kedelai yang dinaungi atau ditumpang sarikan akan mengalami penurunan hasil 6-52% pada tumpang sari kedelai-jagung dan 2-56% pada tingkat naungan 33% (Asadi, 1991), Menurut Handayani (2003), bahwa cekaman naungan 50% menyebabkan hasil per hektar tanaman kedelai menurun 10-40%. Rata-rata intensitas cahaya berkurang 25- 50% di bawah tegakan karet berumur 2-3 tahun (Chozin *et al.* 1999). Faktor iklim mikro yang mempengaruhi pertanaman kedelai sebagai tanaman sela sebagai upaya untuk meningkatkan produktivitas lahan atau optimalisasi lahan. Tulisan ini bertujuan untuk mengetahui respon pertumbuhan dan hasil kedelai terhadap iklim mikro.

Iklim Pada Tanaman Kedelai

Faktor iklim yang menentukan pertumbuhan tanaman kedelai adalah: lama dan

intensitas sinar matahari (panjang hari), suhu, kelembaban udara dan curah hujan.

Panjang Hari (Lama Penyinaran)

Kedelai tergolong tanaman hari pendek, yaitu tidak mampu berbunga bila panjang hari (lama penyinaran) melebihi 16 jam, dan mempercepat pembungaan bila lama penyinaran kurang dari 12 jam. Tanaman hari pendek pada kedelai bermakna bahwa hari (panjang penyinaran) yang semakin pendek akan merangsang pembungaan lebih cepat. Lamanya periode gelap (tanpa sinar) menentukan dan mengatur faktor induksi pembungaan. Tanaman kedelai yang tidak mengalami periode gelap akan tumbuh vegetatif terus-menerus, tidak mampu membentuk bunga. Varietas kedelai pada umumnya peka terhadap photo-periodisitas (panjang penyinaran), sehingga setiap wilayah dengan perbedaan panjang hari satu jam atau lebih, memerlukan varietas yang spesifik bagi wilayah itu. Panjang hari di Indonesia hampir seragam dan konstan sekitar 12 jam. Varietas kedelai dari wilayah subtropika yang sesuai untuk panjang hari 14-16 jam, apabila ditanam di Indonesia yang panjang harinya 12 jam, akan mempercepat pembungaan, pada umur 20-22 hari walaupun batang tanaman masih pendek, tanaman sudah berbunga. Di tempat aslinya varietas asal subtropika berbunga pada umur tanaman sekitar 50 hari, pada saat batang kedelai sudah tumbuh setinggi 60-70 cm.

Intensitas Penyinaran

Kedelai termasuk tanaman golongan strata A, yang memerlukan penyinaran matahari secara penuh, tidak memerlukan naungan. Adanya naungan yang menahan sinar matahari hingga 20% pada umumnya masih dapat ditoleransi oleh tanaman kedelai, tetapi bila melebihi 20% tanaman mengalami etiolasi. Intensitas penyinaran yang hanya 50% dari total radiasi normal dapat menekan pertumbuhan, mengurangi jumlah cabang, buku, dan polong, yang berakibat turunnya hasil biji hingga 60%.

Daun kedelai secara individual telah terjenuhi oleh cahaya dengan intensitas 23.680 lux atau 20% dari sinar matahari penuh, tetapi daun bagian atas kanopi baru terjenuhi oleh sinar dengan intensitas 107.640 lux, atau 91% dari sinar matahari penuh (Shibles and Weber 1965). Radiasi matahari pada panjang gelombang 660-730 nm yang mengaktivasi sistem *phytochrom* pada sel-sel daun besar peranannya terhadap pertumbuhan tanaman dan hasil kedelai. Pada stadia vegetatif, adanya *ratio*

(perbandingan) yang rendah antara panjang gelombang 660 dengan 730 nm mengakibatkan stimulasi pelebaran daun, perpanjangan batang dan petiol (Raper and Kramer 1987). Tanaman kedelai yang mendapat naungan, mengalami etiolasi atau petiol banyak daripada radiasi 660 nm.

Suhu

Interaksi antara suhu - intensitas radiasi matahari – kelembaban tanah sangat menentukan laju pertumbuhan tanaman kedelai. Suhu tinggi berasosiasi dengan transpirasi yang tinggi, defisit tegangan uap air yang tinggi, dan cekaman kekeringan pada tanaman. Suhu di dalam tanah dan suhu atmosfer berpengaruh terhadap pertumbuhan *Rhizobium*, akar dan tanaman kedelai. Suhu yang sesuai bagi pertumbuhan tanaman kedelai berkisar antara 22-27°C .

Suhu berinteraksi dengan panjang penyinaran (*photo period*) dalam menentukan waktu berbunga dan pembentukan polong. Pada suhu kardinal (23-26°C), tanaman kedelai membentuk pertumbuhan organ vegetatif dan generatif maksimal, dan pada suhu rendah atau suhu tinggi terjadi penghambatan pertumbuhan. Suhu yang tinggi berakibat pada aborsi polong. Sebaliknya, suhu di bawah 15°C menghambat pembentukan polong. Suhu di atas 30°C berpengaruh negatif terhadap kualitas biji dan daya tumbuh benih. Pematangan biji pada suhu 20-25°C pada siang hari dan 15-18°C pada malam hari dinilai optimum untuk kualitas benih yang dihasilkan (Raper and Kramer 1987). Suhu di atas 27°C kurang optimum untuk kualitas biji sebagai benih, berkaitan dengan laju pengisian dan pemasakan biji yang kurang optimal.

Kelembaban Udara

Pengaruh langsung kelembaban udara terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman tidak terlalu besar, tetapi secara tidak langsung berpengaruh terhadap perkembangan hama dan penyakit tertentu. Kelembaban udara terutama berpengaruh terhadap proses pematangan biji dan kualitas benih. Curah hujan yang tinggi selama proses pengeringan polong menurunkan kualitas biji dan mutu benih, karena polong dan biji menyerap kelembaban dari luar. Pada musim panen bulan Januari-Februari tanaman kedelai sering mendapat curah hujan yang tinggi, sehingga banyak polong bercendawan dan biji kedelai membusuk. Suhu tinggi, kelembaban udara tinggi, dan hujan terus-menerus menjelang panen mengakibatkan

kerusakan biji kedelai di lapangan (Tekrony *et al.* 1980). Fluktuasi suhu dan kelembaban udara yang ekstrim berpengaruh negatif terhadap vigor perkecambahan benih dan mengakibatkan mutu benih rendah. Kelembaban udara yang optimal bagi tanaman kedelai berkisar antara RH 75-90% selama periode tanaman tumbuh hingga stadia pengisian polong dan kelembaban udara rendah (RH 60-75%) pada waktu pematangan polong hingga panen.

Curah Hujan

Tanaman kedelai sangat efektif dalam memanfaatkan air yang berasal dari kelembaban tanah. Pada tanah dengan lapisan olah yang dalam, tanaman kedelai dapat tumbuh baik pada kelembaban tanah 60-80% kapasitas lapang (Brady *et al.* 1974 dalam Van Doren and Reicosky 1987), dan tanggap optimum kenaikan hasil biji dari pengairan diperoleh bila kondisi air tanah mencapai 40-50% kapasitas lapang. Kondisi air tanah 80% kapasitas lapang dinilai optimal untuk pertumbuhan kedelai pada tanah yang memiliki kapasitas penyimpanan air yang baik, solum dalam (lebih dari 40 cm), dan struktur gembur.

Lahan untuk usaha produksi kedelai di Indonesia umumnya memiliki lapisan olah yang dangkal, sekitar 15-30 cm, sehingga penambahan air dari hujan atau irigasi lebih sering diperlukan. Pada umumnya curah hujan yang merata 100-150 mm per bulan pada dua bulan sejak tanam merupakan kondisi yang cukup baik bagi pertumbuhan kedelai.

Penyerapan air oleh tanaman kedelai terbanyak terjadi pada stadia reproduktif (R1 hingga R6, atau dari sejak timbul bunga pertama hingga polong mengisi penuh), bersamaan dengan tanaman telah berkembang penuh (Van Doren and Reicosky 1987). Apabila kelembaban tanah tidak mencukupi suplai tanaman untuk evapotranspirasi, air dalam sel-sel tanaman akan terpakai untuk evapotranspirasi, yang akan berdampak negatif terhadap pengisian biji dan produktivitas. Stadia tanaman kedelai yang kritis terhadap kekurangan air secara berturut-turut adalah pada stadia R3 sampai R5 (pembentukan dan pengisian polong) – stadia R1-R2 (mulai berbunga sampai selesai pembungaan) – stadia R6-R7 (pengisian polong sampai pematangan polong) – stadia V1-V6 (stadia vegetatif). Kelembaban tanah tidak mencukupi suplai tanaman untuk evapotranspirasi, air dalam sel-sel tanaman akan

terpakai untuk evapotranspirasi, yang akan berdampak negatif terhadap pengisian biji dan produktivitas. Stadia tanaman kedelai yang kritis terhadap kekurangan air secara berturut-turut adalah pada stadia R3 sampai R5 (pembentukan dan pengisian polong) – stadia R1-R2 (mulai berbunga sampai selesai pembungaan) – stadia R6-R7 (pengisian polong sampai pematangan polong) – stadia V1-V6 (stadia vegetatif).

Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai Terhadap iklim mikro

Sistem pertanaman akan menciptakan kondisi lingkungan yang khas yang merupakan interaksi antar satu individu tanaman dengan individu tanaman lain maupun interaksi tanaman dengan lingkungannya. Kondisi lingkungan yang khas ini yang akan berpengaruh pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Unsur iklim yang sangat berpengaruh pada pertumbuhan tanaman adalah cahaya matahari, suhu dan kelembaban. Iklim mikro mempengaruhi transpirasi antara lain radiasi cahaya mempengaruhi membukanya stomata, sehingga transpirasi berjalan lancar. Kenaikan suhu udara akan mempengaruhi kelembaban. Kelembaban menunjukkan banyak sedikitnya uap air di udara, makin banyaknya uap air di udara, akan makin kecil perbedaan tekanan uap air dalam rongga daun dengan di udara maka makin lambat laju transpirasi.

Perbedaan tingkat naungan mempengaruhi intensitas cahaya, suhu udara, dan kelembaban udara lingkungan tanaman, Hasil penelitian Handriawan *et al.* (2016) menunjukkan bahwa naungan berpengaruh nyata terhadap intensitas cahaya dan suhu udara namun tidak berpengaruh nyata terhadap kelembaban udara dan kadar lengas tanah. Intensitas naungan 0% memiliki intensitas cahaya sebesar 75.593 lux yang nyata lebih tinggi dibandingkan intensitas naungan 25% dan 50% sedangkan intensitas cahaya paling rendah didapatkan pada intensitas naungan 50% yang nyata lebih rendah dibandingkan kedua perlakuan lainnya sebesar 26.663 lux. Tidak adanya pengaruh naungan buatan pada perlakuan naungan 0% dan penggunaan naungan buatan pada perlakuan naungan 25% dan 50% menyebabkan perbedaan intensitas cahaya yang diterima. Naungan 0% memiliki suhu udara yang nyata lebih tinggi dibandingkan intensitas naungan 25% dan 50% sebesar 33,44 ° C sedangkan pada intensitas naungan 25% dan 50% memberikan pengaruh yang sama terhadap suhu udara

lingkungan. Hal ini terjadi karena perbedaan intensitas cahaya akibat perbedaan intensitas naungan. Suhu udara dipengaruhi secara nyata oleh intensitas cahaya, hubungan antara intensitas cahaya dan suhu udara memiliki kecenderungan linier positif sehingga semakin tinggi intensitas cahaya yang diterima akan meningkatkan suhu udara di lokasi penelitian (Handriawan *et al.*, 2016).

Semakin tinggi intensitas naungan semakin rendah tingkat penerimaan cahaya matahari oleh tanaman kedelai. Rendahnya intensitas cahaya saat perkembangan tanaman akan menimbulkan gejala etiolasi yang disebabkan oleh aktivitas hormon auksin. Bagian tajuk tanaman yang terkena cahaya pertumbuhannya akan lambat karena kerja auksin dihambat oleh cahaya sedangkan pada bagian tajuk tanaman yang tidak terkena cahaya pertumbuhannya sangat cepat karena kerja auksin tidak dihambat. Kondisi ini membuat bagian tajuk (apikal) tanaman mengalami pertumbuhan yang paling aktif sehingga tanaman tumbuh mencari cahaya untuk melakukan fotosintesis yang lebih optimal.

Tanaman kedelai perlakuan naungan mampu mempengaruhi tinggi tanaman secara signifikan pada umur 2 mst dan 6 mst. Tanaman kedelai yang diberi perlakuan naungan 50% pada umur 2 mst memiliki tinggi tanaman tertinggi dan berbeda nyata dengan perlakuan naungan 0% dan 25% meskipun pada umur 6 mst tidak berbeda nyata dengan naungan 25%. Tanaman kedelai yang mendapat naungan akan menunjukkan pertumbuhan tinggi tanaman yang lebih tinggi dibandingkan dalam kondisi cahaya penuh karena batang tanaman mengalami etiolasi (Uchimiya, 2001). Hal ini diakibatkan dari pemanjangan antar ruas batang kedelai yang mendapat cekaman naungan. Pemanjangan antar ruas batang ini akibat dari pemanjangan molekul protein pada dinding sel (Liu, *et al.*, 2011). Keadaan morfologi tanaman yang lebih tinggi akan mengakibatkan tanaman mudah rebah sehingga dapat menurunkan hasil biji.

Pada lingkungan yang ternaungi tanaman kedelai mengurangi jumlah daun untuk mengimbangi jumlah cahaya yang terbatas. Hal serupa juga dilaporkan oleh Anggraeni (2010) bahwa jumlah daun yang mendapat pengaruh naungan memiliki jumlah daun yang lebih sedikit dibandingkan dengan tanaman yang mendapatkan cahaya penuh (tanpa naungan). Daun sebagai organ utama tanaman

dalam proses fotosintesis dan menentukan aktivitas fotosintetik optimum melalui berbagai mekanisme bentuk adaptasi terhadap cahaya rendah. Jumlah klorofil dan jumlah daun yang banyak memungkinkan tanaman dapat menangkap cahaya matahari lebih banyak serta disintesis menjadi karbohidrat. Hasil penelitian Lukitasari (2006) menunjukkan bahwa, pada naungan 75% jumlah daun menjadi berkurang sehingga indeks luas daun juga akan lebih kecil. Akibat dari berkurangnya jumlah daun, maka proses fotosintesis yang terjadi akan lebih sedikit. Luas daun yang semakin tinggi dan jumlah daun yang semakin banyak maka permukaan daun yang dapat menerima cahaya matahari akan lebih banyak sehingga tempat untuk berlangsungnya proses fotosintesis akan lebih besar. Tanaman dengan daun yang sempit dan menggulung dengan sudut daun lebih kecil dari 60° akan menerima cahaya matahari lebih sedikit dibandingkan dengan daun yang lebar dan sudut daun lebih besar dari 60° (Sitompul dan Guritno, 1995).

Tanaman kedelai yang mendapatkan intensitas naungan 50% memiliki pertumbuhan tanaman yang paling rendah dibandingkan pada intensitas naungan 0% dan 25%. Meningkatnya intensitas naungan yang diterima oleh tanaman kedelai menjadi 50% menyebabkan pengurangan berat kering tanaman, laju asimilasi bersih, laju pertumbuhan tanaman, dan jumlah polong per rumpun.

Penurunan berat kering tanaman akibat pengaruh intensitas naungan 50% disebabkan pada kondisi ternaungi tanaman tidak mendapatkan cahaya yang cukup untuk digunakan dalam proses fotosintesis sehingga berat kering tanaman yang dihasilkan akan menurun. Hal ini berimplikasi terjadinya penurunan jumlah pasokan fotosintat ke organ generatif tanaman kedelai yaitu jumlah polong per rumpun sehingga akan menurunkan hasil biji. Penurunan hasil biji akibat naungan disebabkan oleh terhambatnya proses metabolisme tanaman akibat intensitas cahaya rendah. Hal ini mengakibatkan terjadinya penurunan jumlah pasokan fotosintat ke bagian biji. Menurut Asadi (1991), bahwa penurunan hasil biji akibat cahaya rendah. Penaungan yang terjadi akan menyebabkan tanaman kedelai mengalami kejenuhan cahaya sehingga laju fotosintesis akan lebih rendah dibandingkan pada lingkungan normal (Bowes, *et al.*, 1972).

KESIMPULAN

Faktor-faktor iklim mikro intensitas cahaya, suhu dan kelembaban yang mempengaruhi pertumbuhan dan hasil kedelai. Naungan, sistem tanam, mulsa dan populasi tanaman memberikan pengaruh terhadap iklim mikro.

REFERENSI

- Anggraeni, B.W. 2010. Studi morfoanatomi dan pertumbuhan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) pada kondisi cekaman intensitas cahaya rendah. Skripsi. Fakultas Pertanian IPB, Bogor.
- Asadi, D.A. 1991. Adaptasi varietas kedelai pada pertanaman tumpang sari dan naungan buatan. Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan, Bogor.
- Badan Pusat Statistik. 2015. Luas panen, produktivitas dan produksi kedelai 2010 - 2014.
- Bowes, G., W.L. Ogren, R.H. Hageman. 1972. Light saturation, photosynthesis rate, uDP carboxylase activity, and specific leaf weight in soybeans grown under different light intensity. *Crop Sci.* 12: 77-79. *Dalam* : Wijaya AA, H D. Rahayu, AOKsifa. R. H, Meddy Rachmadi dan A Karuniawan. 2015. Penampilan karakter agronomi 16 genotip kedelai (*Glycine max* L. Merrill) pada pertanaman tumpangsari dengan jagung (*Zea mays* L.) Pola 3:1. *Jurnal Agro* 2(2) : 30-40
- Bunyamin. Z dan Aqil, M. 2010. Analisis iklim mikro tanaman jagung (*Zea mays* L.) pada sistem tanam sisip. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Sulawesi Utara. *Prosiding*
- Chozin MA, Sopandie D, Sastrosumajo S, Sumarno. 1999. Physiology and genetic of upland rice adaptation to shade. Final Report of Graduate Team Research Grant, URGE Project. Directorate General of Higher Education, Ministry of Education and Culture. *Dalam* : Pantilu LI, F R Mantiri, Nio Song Ai, D Pandiangan. 2012. Respons Morfologi dan Anatomi Kecambah Kacang Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) terhadap Intensitas Cahaya yang Berbeda. *Jurnal Biologos* 2(2) : 79-87
- Handayani, T. 2003. Pola pewarisan sifat toleran terhadap intensitas cahaya rendah pada kedelai (*Glycine max* L. Merr.) dengan penciri spesifik karakter anatomi, morfologi dan molekuler. Disertasi. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Handriawan A, D W Respatie, Tohari. 2016. Pengaruh intensitas naungan terhadap pertumbuhan dan hasil tiga kultivar kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) di lahan pasir Pantai Bugel, Kulon Progo. *Vegetalika* 5(3): 1-14**
-

Lukitasari, M. 2006. Pengaruh intensitas cahaya matahari terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max*). IKIP PGRI. Madiun.

- Liu Wei-guo, Jiang Tao, She Yue-hui, Yang Feng, Yang Wen-yu. 2011. Preliminary studi on physiological response mechanism of soybean (*Glycine max*) stem To shade stress at seedling stage. *Chinese Journal of Oil Crop Sciences*. 33(2).p141. *Dalam* : Wijaya AA, H D. Rahayu, AOksifa. R. H, Meddy Rachmadi dan A Karuniawan. 2015. Penampilan karakter agronomi 16 genotip kedelai (*Glycine max* L. Merrill) pada pertanaman tumpangsari dengan jagung (*Zea mays* L.) Pola 3:1. *Jurnal Agro* 2(2) : 30-40
- Raper, C.D. and P.J. Kramer. 1987. Stress physiology. p. 590-642. *In*: J.R. Wilcox (*Ed.*): Soybeans: improvement, production and uses. Second edition. ASA Pub. Agronomy Series No. 16. Madison, Wisconsin, USA. *Dalam* : Sumarno dan A G Manshuri. Persyaratan tumbuh dan wilayah produksi kedelai di Indonesia.
- Setiawan, E. 2009. Pemanfaatan Data cuaca untuk pendugaan produktifitas (Studi Kasus Tanaman Cabe Jamu Di Madura). BMG. Jakarta. *Agrovigor* 2(1):1-7.
- Shibles, R., and C.R. Weber. 1965. Leaf area, solar radiation interception and dry matter production by soybean. *Crop Sci*. 5:575-577. *Dalam* : Sumarno dan A G Manshuri. Persyaratan tumbuh dan wilayah produksi kedelai di Indonesia.
- Sitompul, S.M., dan B. Guritno. 1995. Analisis pertumbuhan tanaman. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Tekrony, D.M., D.B. Egli, and A.D. Phillips. 1980. Effect of field weathering on the viability and vigor of soybean seed. *Agron. J*. 72:749-753. *Dalam* : Sumarno dan A G Manshuri. Persyaratan tumbuh dan wilayah produksi kedelai di Indonesia.
- Uchimiya, H. 2001. Genetic engineering for abiotic stresstolerance inplants. SCOPAS. *Dalam* : Wijaya AA, H D. Rahayu, AOksifa. R. H, Meddy Rachmadi dan A Karuniawan. 2015. Penampilan karakter agronomi 16 genotip kedelai (*Glycine max* L. Merrill) pada pertanaman tumpangsari dengan jagung (*Zea mays* L.) Pola 3:1. *Jurnal Agro* 2(2) : 30-40.
- Van Doren, D.M. and D.C. Reicosky. 1987. Tillage and irrigation. p. 391-428. *In*: J.R. Wilcox (*Ed.*) Soybeans: improvement, production and uses. Second edition, ASA Pub. Agronomy Series, No. 16. Madison, Wisconsin, USA. *Dalam* : Sumarno dan A G Manshuri. Persyaratan tumbuh dan wilayah produksi kedelai di Indonesia.