

EFEK JARAK TANAM DAN VARIETAS TERHADAP DISTRIBUSI CAHAYA DALAM KANOPI DAN PERTUMBUHAN (BIOMASA) KEDELAI

THE EFFECT OF THE PLANTING DISTANCE AND VARIETIES ON THE SUN RAY DISTRIBUTION IN CANOPY AND THE GROWTH (BIOMASS) SOYBEAN

Djukri

Jurusan Pendidikan Biologi, FMIPA UNY, Karangmalang, Yogyakarta

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jarak tanam dan varietas terhadap distribusi radiasi cahaya matahari dalam kanopi dan pertumbuhan (biomasa) tanaman kedelai. Penelitian ini bersifat eksperimental dengan Rancangan Kelompok. Variabel bebasnya adalah varietas kedelai dan jarak tanam. Varietas yang digunakan adalah Baluran, Bromo, dan Galunggung dan jarak tanamnya (15x(15 cm dan 25x25 cm sebagai blok, dengan (10 ulangan. Variabel tergayutnya adalah intensitas cahaya matahari dan biomasa tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada umur 40 HST, intensitas cahaya matahari dalam kanopi pada faktor varietas kedelai berpengaruh nyata ($p < 0.05$), dan faktor jarak tanam juga menunjukkan pengaruh nyata ($p < 0.05$). Biomasa tanaman menunjukkan bahwa pada faktor varietas mempunyai pengaruh nyata ($p < 0.05$), tetapi pada faktor jarak tanam pengaruhnya tidak nyata ($p > 0.05$).

Kata kunci : Jarak tanam, varietas kedelai, distribusi cahaya, dan biomasa

ABSTRACT

The objective of the research is to investigate the effect of the planting distances and varieties on the sunlight radiation distribution in canopy and the growth (biomass) of soybean plants. This research is experimental using the Block Design. The independent variables are the soybean varieties and planting distance. The varieties used are Baluran, Bromo, and Galunggung and the planting distance used is (15x(15 cm and 25x25 cm as blocks with (10 replications. The dependent variables are sunlight intensity and the plants biomass. The result of the research indicates that after 40 planting days, the sunlight intensity in the canopy, at soybean varieties factors is significant ($p < 0.05$), and the planting distance is significant too. The plant biomass indicates that varieties factors have a significant effect ($p < 0.05$), but the planting distance factors are not significant ($p > 0.05$).

Key words : planting distance, soybean varieties, sunlight distribution, and biomass

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Tanaman kedelai merupakan tanaman semusim yang dapat tumbuh baik pada berbagai jenis tanah dengan syarat drainase tanah cukup baik serta ketersediaan air cukup selama pertumbuhan tanaman. Kedelai tumbuh baik pada ketinggian tidak lebih dari 500 m di atas permukaan laut (Suprpto, (1989). Suhu optimum untuk pertumbuhan kedelai antara 20-

30°C, curah hujan per tahun tidak lebih dari 2000 mm (Baharsjah dan de Rozari, (1987).

Tanaman kedelai dapat tumbuh baik pada jenis tanah aluvial, regosol, grumusol, latosol, atau andosol. Pertumbuhan tanaman kedelai kurang baik pada tanah berpasir. Pada pH tanah 6.0-6.5 tanaman kedelai umumnya tumbuh baik, dan di Indonesia sudah dianggap baik jika pH tanah antara 5.5-6.0. Seperti halnya jagung, tanaman kedelai tidak menuntut struktur tanah khusus, asal tidak tergenang air (AAK, (1992).

Kedelai tumbuh baik di tempat yang erhawa panas, di tempat-tempat terbuka dan ercurah hujan (100-400 mm per bulan (AAK, 1992). Oleh karena itu, kedelai kebanyakan itanam di daerah ketinggian kurang dari 400 m di atas permukaan laut.

Tanaman kedelai termasuk tanaman C3 ang mempunyai laju fotorespirasi tinggi, tetapi otosintesis neto yang dihasilkan pada umumnya ibih rendah dibanding tanaman C4 rawiranata, *et al.* (1981). Tanaman kedelai dak efisien dalam penggunaan air.

Radiasi surya sebagai salah satu unsur lim merupakan sumber energi yang sangat perlukan tumbuhan, terutama dalam proses otosintesis. Di dalam proses fotosintesis, orofil berfungsi untuk mengabsorpsi energi rya. Radiasi yang sampai pada pertanaman lak dapat dimanfaatkan seluruhnya, karena nggap tanaman terhadap radiasi bervariasi, rgantung jenisnya. Oleh karena itu efisiensi manfaatan radiasi surya pada tanaman perlu tingkatkan.

Sebaran cahaya pada kanopi tanaman erupakan faktor penting yang mempengaruhi efisiensi penggunaan cahaya matahari oleh amanan. Salah satu faktor yang mempengaruhi aran cahaya dalam kanopi adalah struktur nopi. Sebaran cahaya pada kanopi berdaun ak (*erectophil*) lebih baik dibandingkan ngan kanopi yang berdaun horizontal. aran cahaya pada tanman berdaun tegak pat tersebar ke sebagian besar permukaan un sehingga efisiensi penggunaan cahaya ih tinggi.

Karakteristik distribusi cahaya pada opisi suatu tanaman ditunjukkan oleh besaran efisien pepadaman cahaya (k). Sebaran ensitas radiasi surya ke dalam komunitas aman, dapat diduga berdasarkan kumulatif eks luas daun dan koefisien pepadaman.

Pertumbuhan tanaman tidak lepas dari nanfaatan energi radiasi surya, unsur hara i air. Jarak tanam yang berbeda kemungkinan at mempengaruhi efisiensi penangkapan rgi radiasi untuk pertumbuhan tanaman. la jarak tanam yang rapat transmisi radiasi ya ke permukaan tanah lebih kecil dibanding an jarak tanam yang lebih longgar.

Menurut Janick ((1963) terdapat tiga cara

dalam upaya mengefisienkan penggunaan radiasi surya di lapang, yaitu dengan cara pemangkasan, pengaturan jarak tanam dan arah baris tanaman. Dengan pengaturan jarak tanam, hasil suatu tanaman dapat menjadi lebih optimal. Kebiasaan petani menggunakan jarak tanam yang tetap, relatif tidak berubah, belum tentu mendapat hasil yang optimal untuk suatu daerah dengan iklim yang berbeda. Kebiasaan atau selera petani menanam tanaman pangan di lahannya, perlu mendapat perhatian dalam penentuan populasi atau jarak tanam.

Jenis-jenis tanaman tinggi proses fotosintesis memerlukan pigmen terutama klorofil untuk mengabsorpsi energi surya. Makin rendah intensitas radiasi *Photosynthetic Active Radiation* (PAR) yang digunakan, akan makin tinggi efisiensinya, karena semua energi akan digunakan. Menurut Monteith ((1977), efisiensi penggunaan energi radiasi surya ditentukan oleh faktor-faktor: geometris bumi terhadap matahari (lintang dan musim), kejernihan atmosfer bumi (keawanan dan kandungan aerosol atmosfer), komposisi spektral radiasi surya dan sifat optis daun, fraksi radiasi yang diintersepsi tajuk (indeks luas daun dan susunan daun), laju difusi karbon dioksida dari atmosfer ke permukaan pusat unit fotosintetik dalam sel (konsentrasi karbon dioksida), dan fraksi asimilat yang digunakan untuk respirasi.

Distribusi cahaya di dalam tajuk tanaman merupakan elemen penting yang akan mempengaruhi efisiensi konversi radiasi ke dalam bobot kering tanaman. Muchow, *et al.* ((1982) menyatakan bahwa efisiensi akan menjadi rendah apabila jumlah intensitas radiasi per satuan luas daun tinggi, dan sebaliknya efisiensi akan meningkat apabila cahaya didistribusikan ke dalam beberapa unit luas daun dengan intensitas rendah.

Monteith ((1977) menyatakan bahwa efisiensi penggunaan radiasi oleh tanaman merupakan perbandingan antara energi yang dibutuhkan untuk menghasilkan senyawa organik dan energi yang dikeluarkan untuk proses tersebut dengan total energi radiasi yang diterima tanaman.

Pertambahan bobot kering selama pertumbuhan dan perkembangan tanaman

berbanding lurus dengan jumlah radiasi yang diintersepsi oleh tanaman, dimana produksi bahan kering terbesar pada suatu tanaman dicapai pada saat indeks luas daun mencapai 4.0 (Campbell, (1977)). Jadi rata-rata efisiensi penggunaan radiasi merupakan gradien dari hubungan antara pertambahan bobot kering tanaman dengan kumulatif intersepsi radiasi, yang dapat ditulis dalam persamaan berikut:

$$\delta W = E_c I$$

dimana, δW = pertambahan bobot kering tanaman ($g/m^2/hari$), E_c = efisiensi penggunaan radiasi (g/MJ), dan I = jumlah radiasi yang diintersepsi oleh tanaman (MJ/m^2) (Handoko, (1987)).

Jika tidak terjadi kekurangan air dan zat hara, maka efisiensi penggunaan radiasi oleh tajuk tanaman ditentukan oleh intersepsi cahaya dan pola penyebaran di dalam tajuk tanaman (Newton dan Blackman, (1969)). Untuk tanaman pertanian diperkirakan efisiensinya berkisar antara 4-20% (Las, (1982)). Sitaniapessy ((1985) menyatakan bahwa penentuan efisiensi penggunaan radiasi dalam persen dapat diperoleh dengan mengkonversikan (1 g bobot kering = (17,5 kJ energi surya yang terpakai.

Menurut Las ((1982), bila intensitas radiasi yang digunakan tanaman rendah, maka efisiensinya tinggi, karena semua energi akan digunakan, sebaliknya tanaman yang menggunakan intensitas radiasi tinggi, maka efisiensi penggunaan radiasinya akan rendah. Setiap daun mempunyai tingkat efisiensi yang berbeda. Monteith ((1977) menyatakan bahwa faktor tanaman yang berpengaruh terhadap efisiensi penggunaan radiasi adalah posisi dan sudut daun, struktur dan jenis pigmen dan ketersediaan air serta unsur hara.

Perbedaan varietas tanaman menyebabkan efisiensi konversi dari energi radiasi ke dalam bentuk bahan kering juga beragam. Pada stadia perkembangan tajuk tanaman maksimum, dimana tajuk tanaman menutup rapat permukaan tanah, hubungan antara radiasi yang diintersepsi dengan luas daun tidak lagi bersifat linier, dan produktivitas tanaman akan lebih ditentukan oleh distribusi radiasi di dalam kanopi tanaman, disini nilai koefisien pemadaman mempunyai peranan yang besar.

Pengetahuan umum menunjukkan bahwa

di Indonesia bagian Barat, curah hujan setahunnya besar tetapi pancaran radiasi matahari relatif kecil, sebaliknya di Indonesia bagian Timur, curah hujan setahunnya relatif kecil tetapi pancaran radiasi matahari lebih besar. Atas dasar kenyataan tersebut, maka jarak tanam cara bertani di daerah Indonesia Barat harus relatif lebih besar dibanding dengan daerah Indonesia Timur, agar pancaran radiasi surya dapat mencapai di bawah tajuk.

Pertimbangan dalam pengaturan jarak tanam antara lain tergantung dari jenis tanaman, iklim suatu daerah, serta musim. Pada jarak tanam yang berbeda akan menentukan kerapatan antar tanaman, sehingga penetrasi radiasi surya sampai ke permukaan tanah akan berbeda. Saat musim hujan pancaran radiasi relatif lebih sedikit dibandingkan musim kemarau. Penelitian ini tujuannya untuk mengetahui pertumbuhan (biomasa) beberapa varietas tanaman kedelai pada jarak tanam yang berbeda kaitannya dengan distribusi radiasi surya pada kanopi.

Rumusan Masalah

Bagaimana distribusi radiasi surya dalam kanopi dan pertumbuhan (biomasa) beberapa varietas tanaman kedelai akibat jarak tanam yang berbeda ?

Tujuan Penelitian

Mengetahui distribusi radiasi surya dalam kanopi dan pertumbuhan (biomasa) beberapa varietas tanaman kedelai pada jarak tanam yang berbeda.

Manfaat Penelitian

1. Merupakan informasi bagi para pemerhati ilmu dasar khususnya biologi tentang distribusi radiasi pada kanopi yang mengalami pemadaman pada ketinggian kanopi yang berbeda, mempunyai efek terhadap biomasa tanaman kedelai.
2. Sebagai informasi bagi para petani kedelai.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan waktu

Penelitian ini dilaksanakan di sawah

Bantul) mulai bulan Juni – Agustus 2004. Analisis laboratorium (penimbangan bobot asah dan bobot kering) dilakukan di laboratorium Jurusan Pendidikan Biologi, MIPA UNY.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah box Solarimeter, timbangan mikro, oven, alat tanam, ember plastik, dan “gembor”. Bahan yang digunakan adalah biji kedelai varietas Baluran, Bromo, dan Galunggung, pupuk NPK, air, insektisida (Azodrin).

Desain Eksperimen

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Kelompok. Variabel bebasnya adalah tiga varietas tanaman kedelai yang ditanam pada jarak tanam yang berbeda yaitu (15x(15 cm dan 25x25 cm dengan 10 tanaman). Variabel tergayutnya adalah besarnya intensitas cahaya yang melewati kanopi dan biomasa tanaman kedelai. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (Gomez dan Gomez, (1995).

Pelaksanaan Penelitian

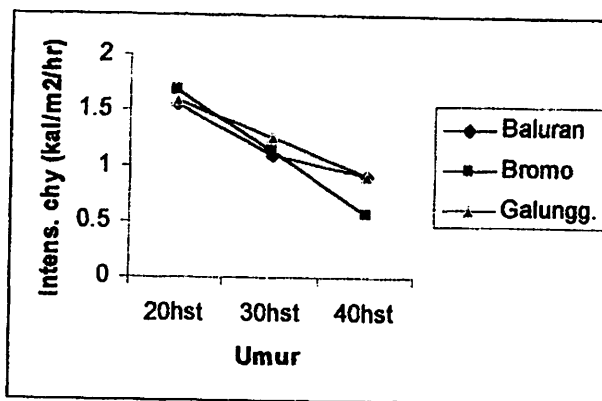
Mula-mula tanah sawah yang akan digunakan untuk penelitian diolah dan hilangkan partikel-partikel seperti kerikil, batu dan rumput. Tanah dibuat petak-petak dengan ukuran 2x3 m, dan setiap perlakuan jarak tanam terdiri atas tiga petak. Petak yang sudah siap kemudian ditugal untuk menanam benih dengan jarak tanam sesuai dengan yang direncanakan. Tanah sebelum ditanam kedelai dipupuk dengan NPK terlebih dahulu. Setiap lubang tugal ditanam dua butir kedelai, dan apabila sudah tumbuh sekitar satu minggu dipilih satu tanaman yang homogen ukurannya. Pemeliharaan dilakukan setiap saat dengan melakukan penyiraman, penyiangan, dan pemberantasan hama. Pengamatan terhadap pengukuran transmisi cahaya dilakukan pada umur 20, 30, dan 40 hari setelah tanam (HST), dan sekaligus dilakukan pengukuran parameter bobot kering tanaman kedelai. Pengukuran bobot kering dengan melakukan degradasi, dan pengeringan tanaman menggunakan oven. Seluruh data dicatat dan dilakukan analisis

menggunakan analisis ragam dengan ulangan (Gomez dan Gomez, (1995) untuk mengetahui apakah ada perbedaan respon pertumbuhan akibat jarak tanam pada ke tiga varietas kedelai. Untuk melihat apakah ada perbedaan antar perlakuan digunakan uji jarak Duncan (DMRT).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada umur 20, 30 HST, intensitas cahaya matahari yang terdistribusi di dalam kanopi tanaman kedelai, faktor varietas menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($p>0.05$), namun pada umur 40 HST berbeda nyata ($p<0.05$). Faktor jarak tanam hasil pengukuran intensitas pada ketiga umur pengamatan tersebut menunjukkan perbedaan yang nyata ($p<0.05$). Faktor interaksi varietas dan jarak tanam ke tiga umur pengamatan juga tidak nyata ($p>0.05$).

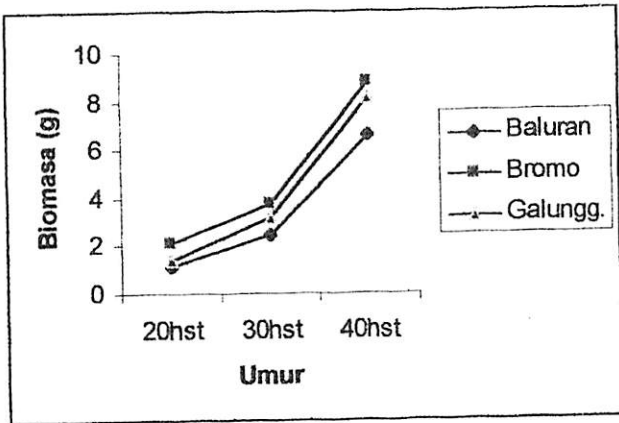


Gambar (1. Grafik intensitas cahaya matahari pada tanaman kedelai umur 20,30,dan 40 HST

Hasil pengukuran intensitas cahaya pada varietas Baluran, Bromo, dan Galunggung pada umur 20, 30, dan 40 HST (tanpa memperhatikan jarak tanam) disajikan pada Gambar (1).

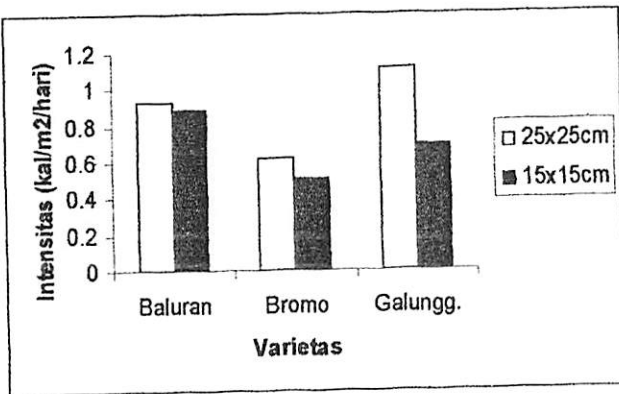
Hasil penelitian menunjukkan bahwa biomasa tanaman kedelai pada umur 20, 30, dan 40 HST, faktor varietas menunjukkan perbedaan yang nyata ($p<0.05$), namun pada faktor jarak tanam hasil pengukuran biomasa pada ketiga umur pengamatan tersebut menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($p>0.05$). Pengaruh interaksi antara varietas dan

jarak tanam terhadap biomasa untuk ke tiga umur pengamatan juga tidak nyata ($p > 0.05$). Hasil pengukuran biomasa pada varietas Baluran, Bromo, dan Galunggung pada umur 20, 30, dan 40 HST (tanpa memperhatikan jarak tanam) disajikan pada Gambar 2.



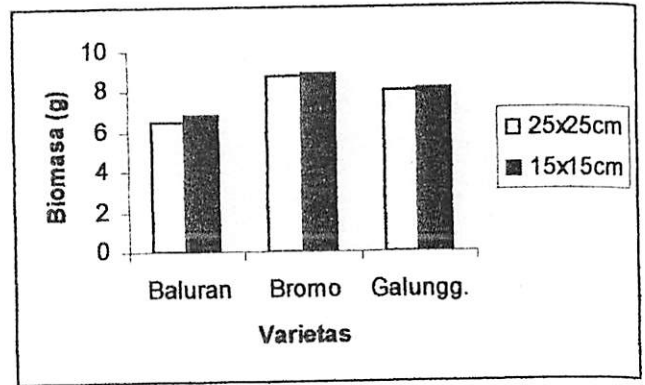
Gambar 2. Grafik biomasa tanaman kedelai umur 20, 30, dan 40 HST

Hasil pengukuran intensitas cahaya matahari tanaman kedelai varietas Baluran, Bromo, dan Galunggung pada jarak tanam 25x25 cm dan (15x15 cm umur 40 HST disajikan pada Gambar 3.



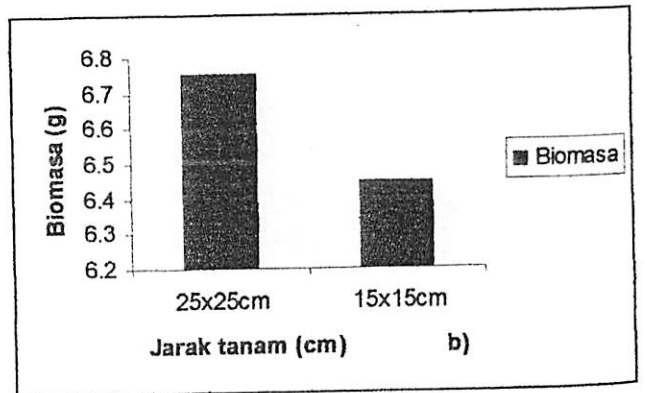
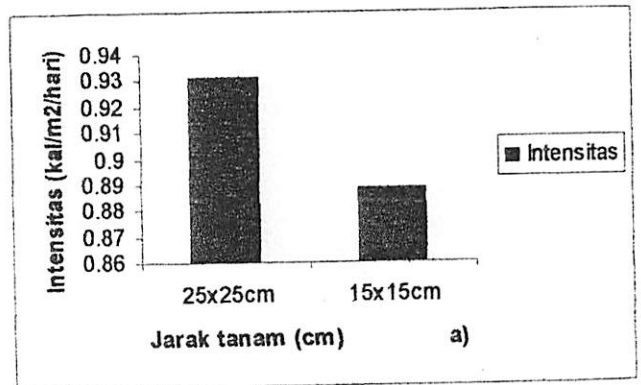
Gambar 3. Histogram intensitas cahaya matahari varietas Baluran, Bromo dan Galunggung pada jarak tanam 25x25 cm dan (15x15 cm

Hasil pengukuran biomasa tanaman kedelai varietas Baluran, Bromo, dan Galunggung pada jarak tanam (15x15 cm dan 25x25 cm umur 40 HST disajikan Gambar 4.



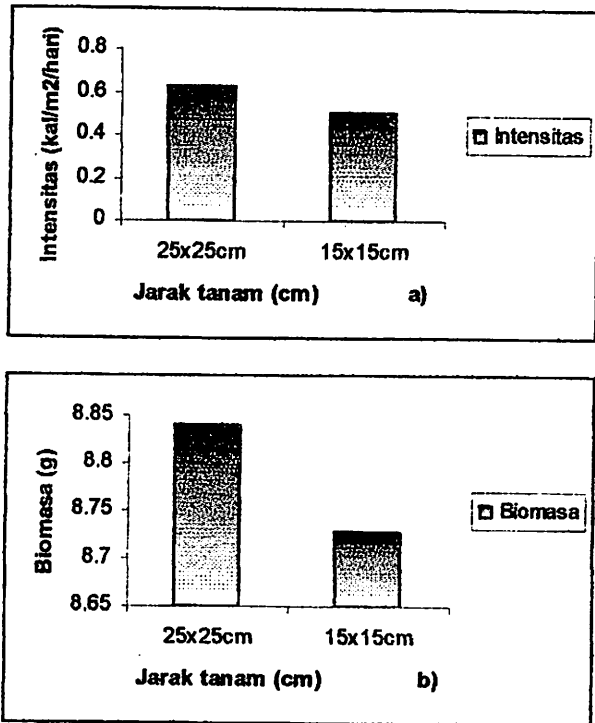
Gambar 4. Histogram biomasa varietas Baluran, Bromo, dan Galunggung pada jarak tanam 25x25 cm dan (15x15 cm

Hasil pengukuran intensitas cahaya matahari dan biomasa varietas Baluran pada umur 40 HST disajikan pada Gambar 5a dan 5b.



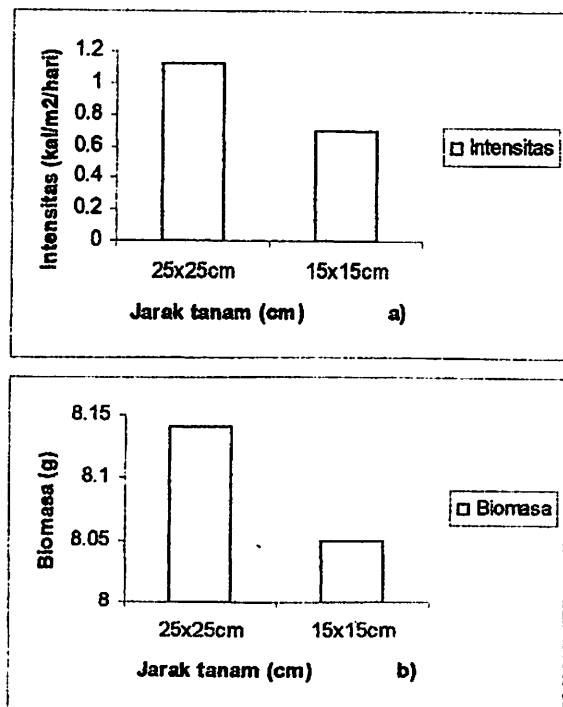
Gambar 5. Histogram intensitas cahaya matahari (a) dan biomasa (b) varietas Baluran pada umur 40 HST

Hasil pengukuran intensitas cahaya matahari dan biomasa varietas Bromo pada umur 40 HST disajikan pada Gambar 6a dan 6b.



Gambar 6. Histogram intensitas cahaya matahari (a) dan biomasa (b) varietas Bromo pada 40 HST

Hasil pengukuran intensitas cahaya matahari dan biomasa varietas Galunggung umur 40 HST disajikan pada Gb. 7a dan 7b.



Gambar 7. Histogram intensitas cahaya matahari (a) dan biomasa (b) varietas Galunggung pada umur 40 HST

Pembahasan

Hasil pengukuran intensitas cahaya dari ke tiga pengamatan yang semakin bertambah umurnya, terjadi penurunan intensitas cahaya yang terdistribusi melewati kanopi tanaman kedelai (Gambar (1)). Hal ini artinya bahwa semakin tambah umur tanaman kanopinya semakin lebat, sehingga tingkat naungannya semakin besar. Geiger ((1959) menyatakan bahwa energi radiasi surya yang jatuh di atas tajuk tanaman akan mengalami pengurangan setelah melalui kanopi karena tergantung pada struktur tajuk dalam tegakan komunitas, struktur batang, daun dan warna individu tanaman.

Apabila dihubungkan dengan hasil pengamatan biomasanya, hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin kecil intensitas cahaya yang melewati kanopi biomasanya semakin besar. Selama terjadi penyebaran intensitas cahaya matahari dalam kanopi, juga terjadi absorpsi intensitas cahaya oleh tanaman. Doraiswamy dan Rosenberg ((1974) menyatakan bahwa tanaman kedelai dapat mengintersepsi radiasi 95% pada saat indeks luas daun 4-6, dan besarnya radiasi yang diintersepsi oleh tajuk tanaman sangat dipengaruhi oleh luas daun tanaman. Selama terjadi penyebaran intensitas cahaya matahari dalam kanopi, juga terjadi absorpsi intensitas cahaya oleh tanaman.

Absorpsi energi cahaya matahari oleh tanaman tersebut akan dimanfaatkan untuk pembentukan fotosintat yang disimpan dalam berbagai organ. Indikator tersimpannya fotosintat tersebut dapat ditunjukkan pada bobot kering tanaman atau biomasa (Gambar 2). Ritchie ((1983) menyatakan bahwa hubungan antara radiasi cahaya yang diterima tanaman dengan laju pertumbuhan ditentukan oleh proporsi radiasi yang diserap dan efisiensi penggunaannya. Menurut Shibles dan Weber ((1965), pada tanaman kedelai terdapat hubungan linier antara radiasi yang diintersepsi dengan laju pertumbuhan tanaman. Bobot kering akhir tanaman tergantung pada jumlah radiasi yang diintersepsi selama masa pertumbuhannya.

Umur 40 HST masing-masing varietas Baluran, Bromo, dan Galunggung, pada jarak tanam 25x25 cm intensitas cahaya yang melewati kanopi lebih tinggi bila dibandingkan

dengan jarak tanam (15x15 cm (Gambar 3), namun hasil pengukuran biomasa jarak tanam 25x25 cm lebih kecil dibandingkan dengan jarak tanam (15x15 cm (Gambar 4). Hal ini kemungkinan ada hubungannya antara indeks luas daun dengan radiasi surya yang diintersepsi. Monteith ((1977) menyatakan bahwa bila intensitas radiasi yang digunakan tanaman rendah, maka efisiensinya tinggi karena semua energi akan digunakan, sebaliknya tanaman yang menggunakan intensitas radiasi tinggi, maka efisiensi penggunaan radiasinya rendah, sehingga berpengaruh terhadap pertambahan bobot kering tanaman selama pertumbuhan dan perkembangannya. Bila ditinjau dari kerapatan tanaman, memang pada jarak tanam 25x25 cm lebih jarang jarak antar individu bila dibanding dengan jarak tanam (15x15 cm, sehingga intensitas yang terukur lebih tinggi. Hal ini sesuai dengan Loomis *et al.* ((1968) yang menyatakan bahwa transmisi radiasi merupakan penerusan radiasi surya yang datang melalui sela-sela bagian tanaman dan mencapai bagian tertentu pada tanaman dipengaruhi oleh kerapatan tanaman.

Bila ditinjau dari pengukuran bobot kering tanaman (biomasa), secara berturut-turut varietas Baluran, Bromo, dan Galunggung pada jarak tanam (15x15 cm (6,754 ; 8,840 ; 8,14(1 g) lebih tinggi dibanding dengan (15x15 cm (6,449 ; 8,728 ; 8,049 g), walaupun secara tidak nyata ($p > 0.05$). Hal ini menunjukkan bahwa jarak tanam (15x15 cm masih bisa disarankan, karena dengan biomasa yang tinggi diharapkan akan menghasilkan produksi kedelai yang tinggi pula. Shibles dan Weber ((1965) menyatakan bahwa pada tanaman kedelai terdapat hubungan linier antara radiasi yang diintersepsi dengan laju pertumbuhan tanaman. Bobot kering akhir tanaman tergantung pada jumlah radiasi yang diintersepsi selama masa pertumbuhannya dan kerapatan tanaman.

Bila ditinjau dari masing-masing tiga varietas dan dibandingkan antar ke dua jarak tanam (Gambar 5a dan 5b ; 6a dan 6b ; 7a dan 7b), hasil pengukuran intensitas cahaya yang melewati kanopi yang tinggi menghasilkan biomasa tinggi pula. Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatan energi radiasi cahaya

matahari untuk menghasilkan fotosintat mampu diakumulasikan di dalam tubuh tanaman. Menurut Sitaniapessy ((1985), intersepsi radiasi surya oleh tanaman sebagian energi radiasi surya yang diserap dimanfaatkan untuk pertumbuhan, sehingga laju pertumbuhan tanaman ditentukan oleh proporsi radiasi yang diserap dan efisiensi penggunaannya.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Pada umur yang semakin meningkat, distribusi radiasi cahaya matahari melalui kanopi untuk ke tiga varietas kedelai semakin menurun, dan selanjutnya diikuti peningkatan biomasa.
2. Pada ke tiga varietas kedelai dengan jarak tanam yang lebih lebar (kepadatan tanaman lebih rendah), intensitas yang terukur lebih tinggi dibanding dengan tanaman yang kepadatannya tinggi.
3. Biomasa ke tiga varietas antar jarak tanam yang berbeda relatif sama (tidak berbeda nyata).

Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui produksi kedelai berkaitan dengan pemanfaatan energi radiasi surya dalam tanaman.
2. Perlu dilakukan penelitian pada varietas kedelai yang lain atau jenis tanaman pangan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- AAK. (1992). *Kedelai*. Yogyakarta: Percetakan Kanisius.
- Baharsjah, J.S & B. de Rozari. (1987). *Climatic aspects of soybean production in indonesia*. Bogor: CGPRT Centre.
- Campbell, G.S. (1977). *An introduction to environmental biophysics*. New York: Spring Verlag.

- Doraiswany, P.C & N. J. Rosenberg. (1974). Reflectant induced modification of soybean canopy radiation balance. *Agronomie Journal*, 66(2), 224-228.
- Geiger, R. (1959). *climate near the ground*. cambridge. Havard Univ. Press.
- Gomez, K.A dan A.A Gomez.(1995). *Prosedur statistik untuk penelitian pertanian*. Edisi II. (terjemahan: Endang Sjamsudin & Yustika S Baharsjah). Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Handoko. (1987). *Pendugaan hasil dengan menggunakan indeks iklim*. Training Dosen PTN Indonesia Bagian Barat, Bidang Agroklimatologi. Bogor: IPB.
- Janick, J. (1963). *Horticulture science*. San Fransisco: W.H Freeman and Company.
- Las, I. (1982). *Agrometrologi dalam budidaya tanaman pangan*. Jurusan Geofisika dan Meteorologi. Bogor: FMIPA-IPB.
- Loomis, R. S ; W. A. William ; W. G. Duncan ; A. Dornat & F. Nunez. (1968). Quantitative description of foliage display and light absorbtion in field communities of corn plants. *Crop. Science*, 8, 352-356.
- Monteith, J.L. (1977). Climate. Dalam Alvin Paulo de T. & T.T Kozlowski (eds). *Ecophysiology of tropical crops*. New York: Academic Press.
- Muchow, R.C., Coates, D.B., Wilson, G.L, & Foale, M.A. (1982). Growth and productivity of irrigated *sorghum bicolor* (L.Moench). In Northern Australia I. Plant Density and Arrangement Effects on Light Interception and Distribution, and Grain Yield, in the Hybrid Texas 610 SR in Low and Medium Latitudes. *Australia Journal of Agricultur Result*, 33 : 773-784
- Newton, J.E & G.E Blackman. (1969). *The penetration of solar radiation through leaf canopies of different structure*. New York: Academic Press.
- Prawiranata, W ; Harran, S ; Tjondronegoro, P. (1981). *Dasar-dasar fisiologi tumbuhan*. Dep. Bot. Fakultas Pertanian. Bogor: IPB.
- Ritchie, J. T. (1983). Dryland evaporative flux in subhumid climate. micrometeorological influences. *Agronomie Journal*, 63, 51-55.
- Shibles, R. M and C. R. Weber. (1965). Leaf area, solar radiation interception and dry matter production by soybean. *Crop. Science*, 5, 575-577.
- Sitaniapessy, P. M. (1985). *Pengaruh jarak tanam dan besarnya populasi tanaman terhadap absorpsi radiasi surya dan produksi tanaman jagung*. Bogor: IPB.
- Suprpto. (1989). *Bertanam kedelai*. Jakarta: Penebar Swadaya.