

**INTERSEPSI RADIASI MATAHARI PADA POLA TUMPANG
SARI TANAMAN KENTANG (*Solanum tuberosum* L.)
VARIETAS GRANOLA DAN TANAMAN KACANG MERAH
(*Phaseolus vulgaris* L.)**

Oleh:
RIDLO BAGUS PERMANA



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG**

2019

**INTERSEPSI RADIASI MATAHARI PADA POLA TUMPANG
SARI TANAMAN KENTANG (*Solanum tuberosum* L.)
VARIETAS GRANOLA DAN TANAMAN KACANG MERAH
(*Phaseolus vulgaris* L.)**

Oleh:
RIDLO BAGUS PERMANA
155040207111081

**MINAT BUDIDAYA PERTANIAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG**

2019

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan dosen pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi manapun, dan sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis ditunjukkan secara tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, November 2018

Ridlo Bagus Permana



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul penelitian : **Intersepsi Radiasi Matahari Pada Pola Tumpang Sari Tanaman Kentang (*Solanum Tuberosum* L.) Varietas Granola Dan Tanaman Kacang Merah (*Phaseolus Vulgaris* L.)**

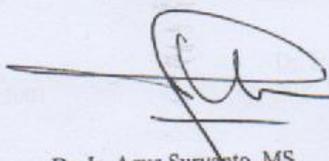
Nama Mahasiswa : Ridlo Bagus Permana

NIM : 155040207111081

Program Studi : Agroekoteknologi

Minat : Budidaya Pertanian

Disetujui,
Pembimbing Utama,



Dr. Ir. Agus Suryanto, MS.
NIP. 19550818 198103 1 008

Diketahui,
Ketua Jurusan Budidaya Pertanian



Dr. Noer Rahmi Ardiarini, SP, M.Si.
NIP. 197011181997022001

Tanggal Persetujuan: 20 NOV 2019



LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Dr. Ir. Nurul Aini, MS.
NIP. 196010121986012001

Dr. Ir. Agus Suryanto, MS.
NIP. 195508181981031008

Penguji III

Affduddin Latif Adiredjo, SP., M.Sc., Ph.D
NIP. 198111042005011002

Tanggal Lulus : 20 NOV 2019



RINGKASAN

Ridlo Bagus Permana 155040207111081. Intersepsi Radiasi Matahari Pada Pola Tumpangsari Tanaman Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.) Dan Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Varietas Granola. Dibimbing oleh Dr.Ir. Agus Suryanto, MS.

Tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) merupakan salah satu jenis tanaman sayuran yang memiliki potensi tinggi untuk dikembangkan. Tanaman kentang juga memiliki kedudukan penting setelah jagung dan padi. Tanaman kentang memiliki karbohidrat tinggi di dalam umbinya. Program diversifikasi pangan menggunakan kentang dapat dilaterapkan. Tumpang sari merupakan pola tanam yang memanfaatkan lahan dengan sangat efisien karena pada satu lahan terdapat lebih dari satu jenis tanaman budidaya dalam waktu yang bersamaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh intersepsi radiasi matahari pada pola tanam tumpang sari tanaman kentang (*S. tuberosum* L.) dan kacang merah (*V. angularis* L.) dan mengetahui populasi dan waktu tanam kacang merah yang tepat dengan sistem tumpang sari untuk mendapatkan produksi kedua tanaman yang optimal. Hipotesis penelitian ini ialah penanaman kacang merah 4 minggu setelah tanam yang dikombinasikan jarak tanam kacang merah 70 cm x 30 cm (populasi tinggi) pada tanaman kentang akan menghasilkan produksi kedua tanaman yang tinggi.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret sampai Juli 2019. Di Desa Junggo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu, Jawa Timur. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ialah Rancangan Petak Terpagi (RPT) yang terdiri dari petak utama dan anak petak dengan 3 ulangan yaitu : K : Kontrol (Monokultur) ; Petak Utama : Saat tanam Tumpang sari Kacang Merah (S) : S1 : Bersamaan tanam, S2 : 2 minggu setelah tanam, S3 : 4 minggu setelah tanam; Anak Petak : Jarak Tanam Kacang Merah (P) : P1 : 70 cm x 90 cm (20 tanaman), P2 : 70 cm x 60 cm (28 tanaman), P3 : 70 cm x 30 cm (60 tanaman). Pelaksanaan percobaan yaitu melakukan persiapan bibit, persiapan lahan, penanaman, pemeliharaan dan panen. Penelitian menggunakan pengamatan destruktif, non destruktif, pengamatan panen, analisis pertumbuhan tanaman dan Nisbah Kesetaraan Lahan. Data dianalisis dengan menggunakan analisis ragam (uji F) dengan taraf 5% yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh nyata antar perlakuan. Apabila terdapat pengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan (UJBD) dengan taraf 5%.

Penelitian yang dilakukan mendapatkan hasil bahwa perlakuan waktu tanam sebagai petak utama menunjukkan hasil berbeda nyata pada variabel pengamatan luas daun, indeks luas daun dan intersepsi radiasi matahari. Pada perlakuan jarak tanam sebagai anak petak berbeda nyata pada semua variabel pengamatan kecuali jumlah daun, jumlah umbi, jumlah polong, berat umbi dan berat biji pertanaman. Kedua perlakuan tersebut memberikan interaksi pada variabel pengamatan jumlah umbi dan tebal daun. Jadi dapat disimpulkan bahwa perlakuan jarak tanam rapat dengan waktu tanam tumpangsari 4 mst meningkatkan tinggi tanaman, luas daun, intersepsi radiasi matahari, bobot segar umbi kentang dan hasil panen kacang merah. Namun jarak tanam rapat dan waktu tanaman tumpangsari 4 mst menurunkan tebal daun tanaman.

SUMMARY

Ridlo Bagus Permana 155040207111081. Interception of Solar Radiation in Intercropping System Red Beans Plant (*Phaseolus vulgaris* L.) and Potato Plant (*Solanum tuberosum* L.) Variety Granola. Supervised by Dr.Ir. Agus Suryanto, MS.

Potato plants (*Solanum tuberosum* L.) is one of the vegetable plants that has high potential to be developed. Potato plants also have an important position after corn and rice. Potato plants have carbohydrate in their tubers. The food diversification program uses potatoes that can be applied. Intercropping is a cropping pattern that utilizes land very efficiently because on one land there are more than one species of cultivated plants at the same time. This research aims to determine the effect of solar radiation interception on intercropping patterns of potato plants (*S. tuberosum* L.) and red beans (*V. angularis* L.) and find out the exact population and planting time of red beans with intercropping systems to obtain production both plants are optimal. The hypothesis of this research is that planting red beans 4 weeks after planting combined the plant spacing of red beans 70 cm x 30 cm (high population) on potato plants will produce high production of both plants.

The research was conducted in March to July 2019. In Junggo Village, Bumiaji Subdistrict, Batu City, East Java. The design used in the research was the Split Plots Design consisting of the main plot and subplots with 3 replications, namely: K: Control (Monoculture); Main plot: Red Bean intercropping planting time (S): S1: planting together, S2: 2 weeks after planting, S3: 4 weeks after planting; Sub Plot: Red Bean Spacing (P): P1: 70 cm x 90 cm (20 plants), P2: 70 cm x 60 cm (28 plants), P3: 70 cm x 30 cm (60 plants). Implementation of the experiment is to do seed preparation, land preparation, planting, maintenance and harvesting. The research used destructive observation, non-destructive observations, harvest observations, plant growth analysis and LER (Land Equivalent Ratio). The data obtained will be analyzed using variance analysis (F test) with a level of 5% which aims to determine the real effect between treatments. If there is a real effect, it will continue with Duncan's Multiple Range Test (DMRT) with a level of 5%.

The research conducted that the treatment of planting time as the main plot showed significantly different results on the observation variables of leaf area, leaf area index and interception of solar radiation. In the treatment plant row spacing as subplots significantly different in all observed variables except the number of leaves, number of tubers, number of pods, tuber weight and seed weight of the crop. Both treatments provide interaction with the observed variable of tuber number and leaf thickness. So, it can be concluded that the treatment of tight planting spacing with intercropping time of 4 mst increases plant height, leaf area, interception of solar radiation, fresh weight of potato tubers and yield of red beans. However, tight plant spacing and intercropping time of 4 mst lowered plant leaf thickness.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah menuntun penulis untuk menyelesaikan skripsi yang berjudul “Intersepsi Radiasi Matahari Pada Pola Tumpang Sari Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Varietas Granola Dan Tanaman Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.). Skripsi ini diajukan sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1).

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ir. Agus Suryanto, MS., selaku dosen pembimbing utama atas segala kesabaran, nasihat, arahan dan bimbingannya kepada penulis. Ucapan terima kasih juga kepada Dr. Ir. Nurul Aini, MS., selaku dosen penguji skripsi penulis atas segala arahan, nasihat dan bimbingannya kepada penulis, beserta seluruh dosen atas segala arahan, nasihat dan bimbingannya selama perkuliahan kepada penulis. Serta kepada karyawan Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya atas segala fasilitas dan bantuan yang diberikan. Penghargaan yang tulus penulis berikan kepada Orang tua, Mas, Mbak, orang terkasih, Raka (Toms), Hima CL, teman-teman, dan saudara-saudara yang bersedia dan selalu ada untuk mendoakan dan membantu penulis dalam menjalani skripsi penulis.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang bersifat membangun diharapkan disampaikan agar penyusunan skripsi ini dapat disempurnakan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

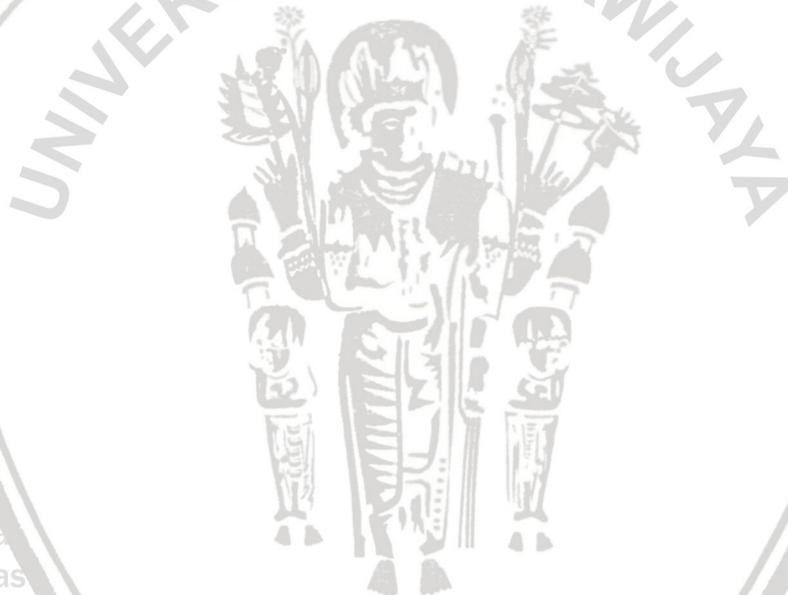
Malang, November 2019

Penulis

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Ridlo Bagus Permana, dilahirkan pada tanggal 23 Maret 1997 di Gresik. Anak kedua dari 2 bersaudara pasangan suami istri, Bapak Edy Sukamto dan Ibu Sri Astutik. Pada tahun 2009 penulis lulus dari SD Islam Az-zahrah Palembang. Tahun 2012 penulis lulus dari SMPN 2 Bandar Lampung. Tahun 2015 penulis lulus dari SMAN 2 Bandar Lampung. Penulis menjadi Mahasiswa Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang pada tahun 2015 melalui jalur SPMK. Selama menjadi mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya penulis aktif di organisasi seperti KEMALA (Keluarga Mahasiswa Lampung) dan *Freedive* (Selam Bebas) Malang.



DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vi
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Hipotesis	2
2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Tanaman Kentang	3
2.2 Tanaman Kacang Merah	5
2.3 Pola Tanam Tumpang Sari	6
2.4 Intersepsi Radiasi Matahari	8
3. BAHAN DAN METODE	11
3.1 Tempat dan Waktu	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Metode Penelitian	11
3.4 Pelaksanaan Percobaan	11
3.5 Pengamatan Percobaan	14
3.6 Analisis Data	16
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Hasil	17
4.2 Pembahasan	29
5. KESIMPULAN DAN SARAN	33
5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	37



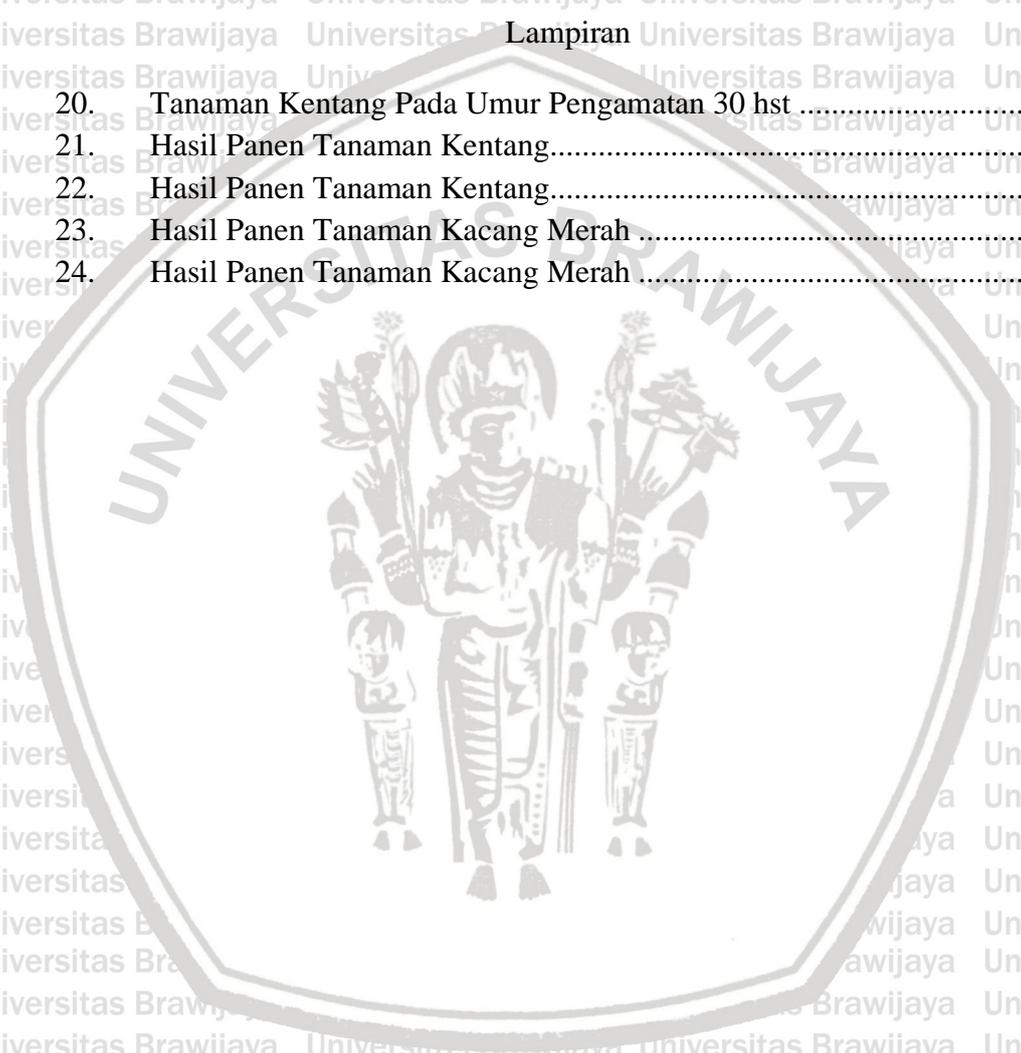
DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Kandungan Gizi Kacang Merah.....	6
2.	Tanaman Sesuai dan Tidak Sesuai Pola Tumpangsari.....	7
3.	Kebutuhan pupuk Per Satuan Petak Percobaan.....	13
4.	Grade Umbi Kentang.....	15
5.	Rerata Tinggi Tanaman pada Berbagai Umur Tanaman Akibat Perlakuan Saat Tanam dan Jarak Tanam Kacang Merah.....	17
6.	Rerata Jumlah Daun Per tanaman pada Berbagai Umur Tanaman Akibat Perlakuan Saat Tanam dan Jarak Tanam Kacang Merah.....	18
7.	Rerata Luas Daun Per tanaman pada Berbagai Umur Tanaman Akibat Perlakuan Saat Tanam dan Jarak Tanam Kacang Merah.....	19
8.	Rerata Indeks Luas Daun pada Berbagai Umur Tanaman Akibat Perlakuan Saat Tanam dan Jarak Tanam Kacang Merah.....	20
9.	Rerata Tebal Daun 100 hst Akibat Interaksi.....	21
10.	Rerata Tebal Daun pada Berbagai Umur Tanaman Akibat Perlakuan Saat Tanam dan Jarak Tanam Kacang Merah.....	21
11.	Intersepsi Radiasi Matahari pada Berbagai Umur Tanaman Akibat Perlakuan Saat Tanam dan Jarak Tanam Kacang Merah.....	23
12.	Jumlah Umbi Kentang Akibat Interaksi.....	24
13.	Rerata Panen Kentang Akibat Perlakuan Saat Tanam dan Jarak Tanam Kacang Merah.....	25
14.	Rerata Panen Kacang Merah Akibat Perlakuan Saat Tanam dan Jarak Tanam Kacang Merah.....	26
15.	Analisis Pertumbuhan Tanaman (<i>Crop Growth Rate</i>).....	27
16.	Hasil Perhitungan NKL (Nisbah Kesetaraan Lahan).....	28
Lampiran		
9.	Deskripsi Tanaman Kentang Varietas Granola.....	45
10.	Deskripsi Tanaman Kacang Merah Varietas Lokal.....	46
11.	Analisis Sidik Ragam Tinggi Tanaman Kentang.....	47
12.	Analisis Sidik Ragam Jumlah Daun Tanaman Kentang.....	49
13.	Analisis Sidik Ragam Luas Daun Tanaman Kentang.....	51
14.	Analisis Sidik Ragam Indeks Luas Daun Tanaman Kentang.....	53
15.	Analisis Sidik Ragam Tebal Daun Tanaman Kentang.....	55
16.	Analisis Sidik Ragam Intersepsi Radiasi Matahari.....	57
17.	Analisis Sidik Ragam Panen Tanaman Kentang.....	59
18.	Analisis Sidik Ragam Panen Kacang Merah.....	60
19.	Analisis Sidik Ragam Laju Pertumbuhan Tanaman (CGR).....	61



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Fase Pertumbuhan Tanaman Kentang	5
2.	Tanaman Kentang Umur 30 hst; Kontrol,	62
3.	Hasil Panen Tanaman Kentang Pada Perlakuan;	64
4.	Hasil Panen Tanaman Kacang Merah Pada Perlakuan;	66
Lampiran		
20.	Tanaman Kentang Pada Umur Pengamatan 30 hst	62
21.	Hasil Panen Tanaman Kentang	63
22.	Hasil Panen Tanaman Kentang	64
23.	Hasil Panen Tanaman Kacang Merah	65
24.	Hasil Panen Tanaman Kacang Merah	66



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) merupakan salah satu jenis tanaman sayuran yang memiliki potensi tinggi untuk dikembangkan. Tanaman kentang juga memiliki kedudukan penting setelah jagung dan padi. Tanaman kentang memiliki karbohidrat tinggi di dalam umbi. Program diversifikasi pangan menggunakan kentang dapat diterapkan. Di Indonesia, kentang sudah dijadikan bahan pangan alternatif pengganti beras dan jagung. Produksi kentang di Indonesia mengalami fluktuasi dari tahun 2010 hingga 2014 mengalami peningkatan produksi tanaman kentang dari 1.060.805 ton menjadi 1.347.818 ton. Namun, pada tahun selanjutnya produksi tanaman kentang di Indonesia mengalami penurunan menjadi 1.164.738 ton pada tahun 2017 (BPS, 2018).

Pola tanam sangat penting untuk diperhatikan dalam budidaya tanaman karena pola tanam dapat mempengaruhi dalam pertumbuhan dan produksi tanaman budidaya, salah satu contoh dari pola tanam yaitu dengan cara pola tanam tumpang sari. Tumpang sari merupakan pola tanam yang memanfaatkan lahan dengan sangat efisien karena pada satu lahan terdapat lebih dari satu jenis tanaman budidaya dalam waktu yang bersamaan. Beberapa keuntungan dalam menggunakan pola tanam tumpang sari adalah efisien dalam penggunaan air dan lahan, dan meningkatkan pendapatan total produksi pada sistem usaha tani. Sistem tumpang sari harus memperhatikan fenotip tanaman agar tidak terjadi persaingan antar tanaman yang dibudidayakan. Pengaturan tanam yang baik dapat meningkatkan produksi tanaman budidaya, yaitu dengan cara pengaturan jarak tanam, pemilihan waktu tanam dan varietas tanaman yang tepat (Zamroni, 2003).

Kacang merah termasuk dalam tanaman legum yang dapat memberikan unsur hara pada tanah dan tanaman di sekitar. Tumpang sari tanaman kentang dan tanaman kacang merah berguna memanfaatkan lahan semaksimal mungkin dan dapat meningkatkan produksi tanaman kentang. Hal ini sesuai dengan pendapat Gonggo B.M, *et al.*, (2007) bahwa sistem tumpangsari dapat meningkatkan efektivitas pemanfaatan lahan. Keuntungan dari sistem tumpang sari yaitu: meningkatkan penggunaan lahan, memperkecil resiko kegagalan hasil dan dapat menambah pendapatan petani. Demikian juga Warsono I.U. (2002), tumpangsari

merupakan salah satu bentuk program intensifikasi pertanian alternatif yang tepat untuk melipat gandakan hasil pertanian pada daerah-daerah yang kurang produktif.

Keuntungannya selain diperoleh panen lebih dari sekali setahun, juga menjaga kesuburan tanah dengan mengembalikan bahan organik yang banyak dan penutup tanah oleh tajuk tanaman. Akar tanaman legum tumbuh benjolan seperti puru yang disebut bintil akar. Bintil akar merupakan bentuk simbiosis tanaman legum dengan bakteri *Rhizobium japonicum* yang mampu mengikat gas nitrogen bebas dari udara. Adanya kerjasama ini memungkinkan tanaman legum untuk memenuhi sebagian hara nitrogen untuk pertumbuhannya dan tanaman sekitarnya (Purwono dan Heni, 2009). Hasil penelitian Riziq *et al.* (2013) menunjukkan tanaman kentang yang ditanam secara tumpang sari dengan tanaman kacang merah dapat meningkatkan berat kering tanaman kentang.

Energi surya merupakan proses sintesis yang paling besar di permukaan bumi. Tanaman mampu mengubah energi ini menjadi energi kimia yang digunakan pada saat proses fotosintesis. Energi radiasi surya yang mengenai tajuk tanaman tidak sepenuhnya diteruskan ke permukaan tanah. energi radiasi yang mengenai tajuk tanaman akan mengalami pengurangan intensitas cahaya dalam perjalanannya menuju ke permukaan tanah, sehingga radiasi surya yang berada di bawah tajuk tanaman jumlahnya tidak merata. Hal ini disebabkan perubahan pada sinar dari radiasi surya yang diintersepsi oleh tajuk tanaman.

1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh intersepsi radiasi matahari pada pola tanam tumpang sari tanaman kentang (*S. tuberosum* L.) dan kacang merah (*V. angularis* L.) dan mengetahui populasi dan waktu tanam kacang merah yang tepat dengan sistem tumpang sari untuk mendapatkan produksi kedua tanaman yang maksimum.

1.3 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini ialah penanaman kacang merah 4 minggu setelah tanam yang dikombinasikan jarak tanam kacang merah 70 cm x 30 cm pada tanaman kentang akan menghasilkan produksi kedua tanaman yang tinggi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

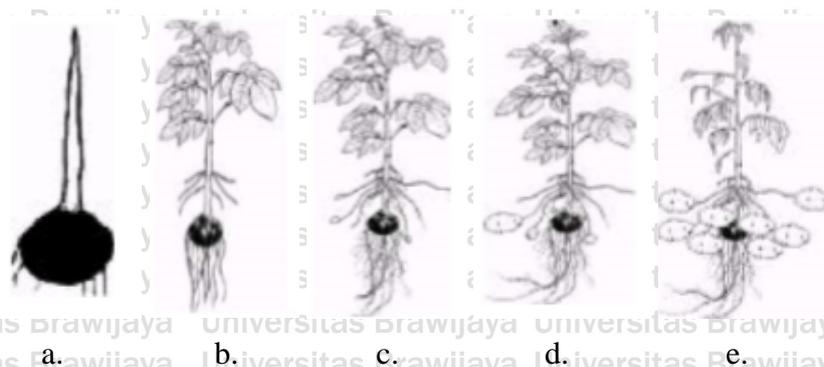
2.1 Tanaman Kentang

Tanaman kentang merupakan tanaman sayuran semusim, yang memiliki umur tanam sekitar 90 – 120 hari dan berbentuk perdu atau semak dengan berbagai macam varietas. Pada kesuburan tanah yang baik atau lebih kering, biasanya warna batang tanaman lebih tua akan lebih menyolok. Bagian bawah batang bisa berkayu, sedangkan batang tanaman muda tidak berkayu sehingga tidak terlalu kuat dan mudah patah. Klasifikasi tanaman kentang menurut Setiadi (2009) adalah, Kingdom plantae, divisio Spermatophyta, subdivisio Angiospermae, kelas Dicotyledonae (Biji berkeping dua), ordo Solanales, famili Solanaceae, genus Solanum dan spesies *Solanum tuberosum* Linn. Menurut Sunaryono (2007) klasifikasi tanaman kentang adalah, kelas Dicotyledonae, family Solanaceae, Genus Solanum, Species *Solanum tuberosum* L.

Tanaman kentang memiliki bagian – bagian penting seperti daun, batang, akar, bunga, dan umbi. Setiap bagian memiliki fungsi dan ciri-ciri sebagai berikut: Daun pertama berupa daun tunggal, daun berikutnya berupa daun majemuk imparipinnate dengan anak daun primer dan anak daun skunder. Tanaman kentang umumnya berdaun rimbun berbentuk oval agak bulat dan ujung meruncing serta tulang daun yang menyirip. Warna daun mulai dari hijau muda sampai hijau tua. Bunga tanaman kentang berjenis kelamin dua (bunga sempurna), berukuran kecil sekitar 3 cm, berwarna putih kekuningan atau ungu kemerahan pendapat tersebut didukung oleh Sunaryono (2007) menyebutkan bahwa bunga kentang termasuk sempurna (*hermaphrodit*) atau berumah satu (*monoceus*), yakni memiliki organ jantan dan betina, bentuk bunga menyerupai terompet, kelopak bunga berwarna hijau dan berjumlah 5 helai, berwarna putih, merah, atau ungu. Warna bunga berkorelasi positif dengan warna batang dan kulit umbi. Batang berbentuk segi empat atau segilima, panjang bisa mencapai 50 – 120 cm, dan tidak berkayu, namun batang bawah tua bisa berkayu. Warna pada batang hijau kemerahan dengan pigmen berwarna ungu. Memiliki batang bercabang dan cabang ditumbuhi daun. Perakaran tunggang dan serabut. Berukuran kecil. Akar tunggang bisa menembus sampai kedalaman 45 cm. Diantara akar nantinya ada yang berubah bentuk dan fungsi menjadi bakal umbi.

Umби berkembang dari stolon yang tumbuh dari batang utama atau batang sekunder. Umби digunakan sebagai tempat penimbunan karbohidrat. Satu tanaman yang berada dalam keadaan baik biasanya terdapat 30 umби. Akar tanaman terutama dari batang utama yang terletak dibawah permukaan tanah (Tantowijoyo dan van de Fiert, 2006). Dijelaskan pula bahwa pertumbuhan tanaman kentang ada 5 fase, yaitu fase perkecambahan, vegetatif, inisiasi umби, pembesaran dan pemasakan umби. Fase perkecambahan ditandai dengan muncul batang diatas permukaan tanah hingga berumur 20 hst (hari setelah tanam). Fase vegetatif berlangsung dari 20 -50 hst yang di tandai dengan muncul tunas - tunas, hal tersebut tergantung dengan varietas dan suhu udara. Menurut Utami (2015) Permasalahan yang sering dihadapi dalam produksi kentang nasional adalah hasil yang berfluktuatif. Salah satu penyebabnya terjadi saat kegiatan budidaya dilaksanakan yaitu perlakuan pembumbunan. Pembumbunan sangat berpengaruh terhadap hasil yang akan didapatkan.

Keadaan bumbunan yang baik dan ideal sangat diharapkan yaitu bumbunan yang tidak terlalu pendek ataupun terlalu tinggi Tunas keluar menembus permukaan tanah lebih lama karena perlakuan pembumbunan tersebut dan umби bibit yang digunakan berukuran kecil sehingga energi yang diperlukan untuk menembus permukaan tanah lebih besar dibandingkan dengan umби bibit yang berukuran besar. Menurut Sofiari (2009) umби yang berukuran besar memiliki cadangan makanan lebih banyak dibandingkan dengan umби yang berukuran kecil. Fase inisiasi dan pembesaran umби, dimulai dengan pembentukan stolon dan dilanjutkan dengan pembesaran umби, biasanya terjadi pada umur 40 – 80 hst. Suhu yang ideal dalam pembentukan umби adalah 15 – 20 °C, inisiasi umби ditandai dengan munculnya bunga. Fase pemasakan umби terjadi pada saat umur tanaman kentang 80 – 100 hst. Tanaman kentang dapat dipanen pada saat umur lebih dari 100 hst. Fase pertumbuhan kentang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Fase Pertumbuhan Tanaman Kentang. a. perkecambah, b. vegetatif, c. inisiasi umbi, d. pembesaran umbi, e. pemasakan umbi (Tantowijoyo dan van de Fiert, 2006)

Sistem tanam tanaman kentang dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan cara monokultur dan tumpang sari. Tanaman kentang monokultur tidak ditanam bersamaan dengan tanaman lainnya. Pada sistem tanam tumpang sari, tanaman kentang ditanam berbarengan dengan tanaman lain contohnya seledri dan bawang daun (Diwa *et al.* 2015).

2.2 Tanaman Kacang Merah

Kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) merupakan salah satu jenis kacang-kacangan yang memiliki kandungan serat serta pati yang tinggi. Kandungan serat yang tinggi membuat tanaman kacang merah dapat membantu mencegah penyakit jantung koroner. Kacang merah juga memiliki indeks glikemik yang rendah sehingga dapat menurunkan kadar kolesterol dalam darah dan resiko timbulnya penyakit diabetes. Kacang merah juga mengandung senyawa fenolik yang berperan sebagai antioksidan dalam tubuh. Kacang merah tergolong bahan pangan yang dapat menunjang peningkatan gizi karena tergolong sumber protein nabati yang murah dan mudah dikembangkan. Kacang merah tersedia melimpah di Indonesia dan mudah diperoleh. Hal tersebut sesuai dengan data Kementerian Pertanian (2015) yang menyatakan produksi kacang merah di Indonesia pada tahun 2013 mencapai 103.376 ton dan tahun 2014 mengalami penurunan menjadi 100.316 ton. Tingkat produksi yang tinggi kerap kali tidak diimbangi dengan pemanfaatan yang tinggi pula. Di Indonesia, kacang merah biasanya hanya diolah menjadi es krim dan sup. Adapun gizi yang terkandung pada kacang merah (Tabel 1).

Tabel 1. Kandungan Gizi Kacang Merah (Astawan, 2009)

Zat Gizi	Kadar Gizi per 100 g
Protein	22,3 g
Karbohidrat	61,2 g
Lemak	30 g
Vitamin A	0,5 SI
Thiamin/vitamin B1	0,2 mg
Riboflavin/vitamin B2	2,2 mg
Niacin	260 mg
Fosfor	410 mg
Besi	5,8 mg
Mangan	195 mg
Tembaga	0,95 mg
Natrium	15 mg

Tanaman kacang merah dapat tumbuh baik di daerah dataran tinggi yang bersuhu rendah dengan ketinggian antara 1.400 – 2.000 mdpl (meter diatas permukaan laut), suhu yang diperlukan untuk kacang merah 20 – 25 °C, curah hujan rata-rata 1.500 mm per tahun, pH yang dibutuhkan antara 5,5 – 6,0 dengan drainase yang baik, kelembaban udara yang dibutuhkan sekitar antara 50% - 60%, tanaman kacang merah membutuhkan cahaya matahari yang cukup banyak yaitu sekitar 400 – 800 *footcandles*. Tanaman kacang merah tidak membutuhkan naungan dalam pertumbuhannya. Namun dalam daerah yang bersuhu tinggi tanaman kacang merah membutuhkan naungan atau mulsa. Mulsa dapat berupa jerami atau daun pisang kering (Fachruddin, 2000).

2.3 Pola Tanam Tumpang Sari

Tumpang sari merupakan usaha menanam beberapa jenis tanaman pada lahan dan waktu yang sama, dimana diatur sedemikian rupa dalam barisan-barisan tanaman. Sistem penanaman dengan cara ini dapat dilakukan pada dua atau lebih jenis tanaman yang relatif sama umur. Pertanaman tumpangsari sebagai salah satu usaha intensifikasi yang memanfaatkan ruang dan waktu, banyak dilakukan terutama pada pertanian lahan sempit, lahan kering atau lahan tadah hujan. Sebagai salah satu sistem produksi, tumpangsari diadopsi karena mampu meningkatkan efisiensi penggunaan faktor lingkungan (seperti cahaya, unsur hara dan air), tenaga kerja, serta menurunkan serangan hama dan penyakit dan menekan pertumbuhan

gulma. Selain itu pertanaman secara tumpangsari masih memberikan peluang bagi petani untuk mendapatkan hasil jika salah satu jenis tanaman yang ditanam gagal (Warsana, 2009).

Tumpangsari merupakan suatu usaha menanam beberapa jenis tanaman pada lahan dan waktu yang sama, yang diatur sedemikian rupa dalam barisan tanaman. Penanaman dengan cara ini bisa dilakukan pada dua atau lebih jenis tanaman yang relatif seumur, misalnya jagung dan kacang tanah atau bisa juga pada beberapa jenis tanaman yang umur berbeda-beda. Untuk dapat melaksanakan pola tanam tumpangsari secara baik perlu diperhatikan beberapa faktor lingkungan yang mempunyai pengaruh diantaranya ketersediaan air, kesuburan tanah, sinar matahari dan hama penyakit (Warsana, 2009). Kecocokan dalam pemilihan jenis tanaman dalam pola tanam tumpang sari perlu diperhatikan, karena tidak semua jenis tanaman dapat ditanam bersamaan dalam pola tanam tumpang sari, berikut adalah tanaman yang sesuai dan tidak sesuai untuk ditumpangsarikan dengan tanaman utama.

Tabel 2. Tanaman Sesuai dan Tidak Sesuai Pola Tumpangsari (Jeavons, 2012)

Jenis Tanaman	Sesuai	Tidak Sesuai
Kacang-kacangan	Kentang, wortel, timun, kubis dan tanaman herba lainnya	Bawang merah, bawang putih, daun bawang
Jagung	Kentang, timun dan labu	Dill
Kentang	Jagung, kubis, kacang-kacangan	Labu, squash, raspberry
Timun	Kacang-kacangan dan lobak	Kentang, herba

Penggunaan jarak tanam pada dasarnya untuk memberikan ruang sekitar pertumbuhan tanaman yang baik tanpa mengalami persaingan antarsesama tanaman. Menurut (Sutaprajda, 2008), jika jarak tanam melampaui batas minimum kerapatan tanaman, maka hasil umbi yang dipanen tidak akan meningkat secara menguntungkan. Penggunaan jarak tanam dapat berpengaruh terhadap naungan daun karena adanya perombakan struktur daun, penambahan tinggi tanaman, penurunan jumlah anakan, dan jumlah cabang. Jarak tanam yang biasa digunakan pada tanaman kentang adalah 70x30 cm atau 80x30 cm. Jarak tanam yang sempit akan menghasilkan persentase umbi kecil yang banyak. Di Indonesia pada umumnya untuk pembibitan digunakan jarak tanam 70x25 cm, sedang untuk

produksi bibit diperlukan ukuran 25-45 g lebih banyak, karena kebutuhan bibit dari ukuran umbi bibit 30 g hanya 1,5 t/ha.

Tumpang sari tanaman kentang dengan kacang merah membutuhkan ajir bambu dalam pelaksanaan karena tanaman kacang merah tumbuhnya merambat sehingga dibutuhkan ajir bambu agar tanaman kacang merah dapat merambat keatas mengikuti tegakan ajir bambu. Sehingga tanaman kacang merah tidak akan mengganggu tanaman kentang. Penggunaan ajir memberikan pengaruh pada pertumbuhan dan hasil. Secara keseluruhan hasil parameter pengamatan termasuk jumlah daun dan luas daun memberikan nilai yang lebih besar dibandingkan perlakuan tanpa ajir. Penggunaan ajir akan membantu tanaman mengintersepsi cahaya lebih optimal. Syarif (2005) menyatakan bahwa seiring dengan pertumbuhan tanaman, tanaman semakin tumbuh besar hingga mencapai pertumbuhan maksimum yang memungkinkan tingkat perundukan tanaman juga semakin besar. Daun tanaman akan saling berdempetan dan menutupi sehingga sinar matahari tidak sampai ke permukaan daun dengan optimum dan laju fotosintesis serta sirkulasi CO₂ berlangsung tidak baik.

Tinggi tanaman pada awal pertumbuhan tanaman tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antar populasi. karena pada masa awal pertumbuhan pengaruh etiolasi, kondisi iklim mikro dan persaingan antar individu belum menunjukkan perbedaan yang terlalu besar. Tinggi tanaman terlihat perbedaannya setelah memasuki masa puncak perkembangan vegetatif dimana kondisi lingkungan dan persaingan mulai terjadi. Menurut Hidayat (2010) Tinggi tanaman umumnya relatif lebih tinggi pada populasi yang rapat. Namun perlu diperhatikan batang yang terlalu tinggi akan mempunyai resiko rebah yang lebih besar. Pada populasi rendah panjang batang lebih pendek namun lebih kokoh dan lebih tahan rebah. Hal ini disebabkan karena pada populasi rendah radiasi surya lebih banyak masuk kedalam tajuk tanaman sehingga pengaruh buruk etiolasi lebih kecil.

2.4 Intersepsi Radiasi Matahari

Matahari merupakan sumber energi utama bagi bumi. Energi ini dipancarkan dari sumbernya sejauh 150 miliar km melewati ruang angkasa dalam bentuk radiasi. Apabila tidak mengalami pembiasan, kecepatan radiasi secara lurus mencapai jarak 300.000 km tiap detik. Tidak semua energi radiasi merupakan sinar yang terlihat tetapi dalam fraksi kecil termasuk gelombang elektromagnetis.

Radiasi dengan panjang gelombang antara 400-700 μm adalah yang digunakan untuk proses fotosintesis. Dalam proses fotosintesis tanaman, yang sangat berpengaruh terhadap produksi bahan keringnya adalah kualitas sinar (panjang gelombang), intensitas sinar dan lama penyinaran.

Intersepsi radiasi matahari menggambarkan jumlah radiasi matahari yang diterima per satuan luas daun yang akan digunakan untuk proses fotosintesis dan pertumbuhan tanaman. Dalam proses fotosintesis tanaman, yang sangat berpengaruh terhadap produksi bahan keringnya adalah kualitas sinar intensitas sinar dan lama penyinaran (Ashari, 2006). Intersepsi radiasi matahari merupakan selisih antara radiasi yang datang dengan radiasi yang ditransmisikan. Intersepsi radiasi dapat dipengaruhi oleh faktor antara lain ILD, jarak tanam atau populasi tanaman. Persentase maksimum intersepsi didapat dari populasi tanaman yang rapat, jika terlalu lebar maka jumlah radiasi yang diintersepsi akan berkurang sehingga mengurangi bobot tanaman (Fachrudin, 2003).

Semakin tinggi intersepsi radiasi matahari maka proses fotosintesis tanaman akan meningkat pula. Intersepsi radiasi matahari pada populasi yang rendah menunjukkan nilai intersepsi radiasi matahari yang tinggi. Intersepsi radiasi matahari berhubungan dengan indeks luas daun yang merupakan besaran dalam mengintersepsi radiasi matahari. Sedangkan apabila populasi tanaman tinggi nilai intersepsi radiasi matahari akan rendah. Hal tersebut diakibatkan karena pada populasi tanaman yang tinggi terjadi tumpang tindih antar kanopi tanaman sehingga antar tanaman akan saling menaungi. Hal tersebut mengakibatkan intersepsi radiasi matahari tidak optimal (Muyan, 2012).

Semakin banyak tanaman per satuan luas maka semakin tinggi indeks luas daun sehingga persen cahaya yang diterima oleh bagian tanaman yang lebih rendah menjadi lebih sedikit akibat adanya penghalang cahaya oleh daun-daun di atasnya.

Peningkatan produksi akibat pengaturan jarak tanam juga didapat ketika jarak antar tanaman berkurang, persentase peningkatan produksi per lahan secara nyata ditentukan oleh persentase peningkatan intersepsi cahaya (Suryadi, 2013).

Kerapatan tanaman kentang dengan jarak tanam kacang tanah 70 cm x 30 cm dalam satu bedengan memiliki nilai rata-rata intersepsi cahaya matahari rendah dibandingkan dengan tanaman kentang dengan tanaman kacang tanah dengan jarak

tanam 70cm x 60 cm, dan 70 cm x 90 cm yang ditanam dengan kerapatan perbedangan. Semakin tinggi populasi tanaman, maka akan meningkatkan intersepsi radiasi matahari dan indeks luas daun. Menurut Ariyanto (2015) Semakin tinggi populasi tanaman, maka akan meningkatkan Indeks Luas Daun (ILD) tanaman tersebut.



3. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret sampai Juli 2019. Di Desa Junggo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu, Jawa Timur pada ketinggian tempat 1720 mdpl. Curah hujan rata-rata 1807 mm/tahun dengan suhu rata-rata harian 18°C.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi, meteran, timbangan analitik, *leaf area meter* (LAM), Lux Meter, amplop kertas, oven dan kamera.

Bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi bibit kentang (*S. tuberosum* L.) varietas Granola G2, benih kacang merah varietas lokal, pupuk kandang ayam, pupuk urea (25% N), pupuk SP-36 (36% P₂O₅), pupuk KCL (50% K₂O), Fungisida Kloratonil 75% untuk menanggulangi jamur *Phytophthora infestans*, insektisida klorpifirifos 200g/l dan Karbofuran 3%.

3.3 Metode Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ialah Rancangan Petak Terpagi (RPT) terdiri dari petak utama dan anak petak dengan 3 ulangan yaitu:

Petak Utama: Saat tanam Tumpangsari Kacang Merah (S):

S1: Bersamaan tanam tanaman kentang

S2: 2 minggu setelah tanam tanaman kentang

S3: 4 minggu setelah tanam tanaman kentang

Anak Petak: Jarak Tanam Kacang Merah (P):

P1: 70 cm x 90 cm (20 tanaman)

P2: 70 cm x 60 cm (28 tanaman)

P3: 70 cm x 30 cm (60 tanaman)

Terdapat petak kontrol (monokultur) untuk perhitungan nilai kesetaraan lahan.

3.4 Pelaksanaan Percobaan

3.4.1 Persiapan Bibit

Bibit kentang yang digunakan dalam penelitian yaitu berasal dari umbi kentang kentang (*S. tuberosum* L.) varietas Granola G2, umbi yang digunakan sebagai bibit yang ditanam dipilih dari umbi yang sehat yang tidak terserang hama dan penyakit, sudah melewati masa dormansi, memiliki bobot ±30 g dan benih kacang merah yang digunakan ialah varietas lokal.

3.4.2 Persiapan Lahan

Luas lahan yang digunakan untuk penelitian, yaitu seluas 737,3 m² dengan panjang 36,5 m dan lebar 20,2 m. Selanjutnya mempersiapkan lahan, dimulai dengan membersihkan lahan dari gulma dan sisa tanaman yang masih berada di lahan. Setelah itu dilakukan pembalikan tanah agar tanah di lahan menjadi gembur. Setelah kegiatan pembersihan dan pembalikan tanah selesai, dilanjutkan dengan kegiatan penentuan ulangan dengan membuat 30 petak percobaan dengan panjang 5,4 m dan lebar 3 m (Lampiran 1). Kemudian membuat lubang tanam dengan ukuran panjang baris 5,1 m dengan 4 baris tanam. Lubang tanam berbentuk parit sedalam 15-20 cm dan jarak antar tanaman kentang yaitu 70 x 30 cm (Lampiran 2).

Jarak tanam kacang merah sesuai perlakuan yaitu 70 x 90 cm (Lampiran 3), 70 x 60 cm (Lampiran 4) dan 70 x 30 cm (lampiran 5). Lubang tanam yang akan dimasukkan bibit diberi pupuk kotoran ayam secara merata di dalam lubang.

3.4.3 Penanaman

Penanaman dilakukan dengan cara meletakkan bibit kentang dengan posisi mata tunas menghadap keatas diatas tanah yang sudah dibuat. Bibit kacang merah di tanam disela tanaman kentang dengan jarak tanam sesuai perlakuan.

3.4.4 Pemeliharaan

Pemeliharaan pada tanaman kentang meliputi pengairan, pemupukan, pembumbunan dan penyiangan

3.4.4.1 Pengairan

Pengairan dilakukan untuk menjaga kelembaban pada tanah, penyiraman harus dilakukan secara rutin. Penyiraman dapat dilakukan 2-3 hari sekali.

Penyiraman dilakukan pada pagi atau sore hari.

3.4.4.2 Penyiangan dan pembumbunan

Kegiatan penyiangan dilakukan sekaligus melakukan pembumbunan, karena pada pengaplikasiannya tanaman kentang ditimbun tanah dari samping bedeng. Pembubunan berguna untuk mengurangi pertumbuhan gulma serta tanaman kentang tidak mudah roboh. Penyiangan dilakukan pada saat 21 dan 45 hari setelah tanam.

3.4.4.3 Pemupukan

Pemupukan dilakukan pada saat awal tanam dan pupuk susulan. Pemupukan dilakukan harus tepat jenis, waktu dan dosis. Pemupukan susulan dilaksanakan pada saat melakukan penyiangan dan pembubunan pada 21 dan 45 hari setelah tanam. Pemupukan susulan dilakukan dengan cara menugal tanah dengan jarak dari tanaman kentang 10 cm, dosis pupuk yang direkomendasikan pada tanaman kentang yaitu 150 kg N ha⁻¹, 200 kg P₂O₅ ha⁻¹, 150 kg K₂O ha⁻¹. Untuk memenuhi kebutuhan dari yang telah direkomendasikan maka dibutuhkan pupuk Urea (46% N) sebanyak 326 kg ha⁻¹, pupuk SP-36 (36% P₂O₅) sebanyak 555 kg ha⁻¹, dan pupuk KCL (60% K₂O) sebanyak 250 kg ha⁻¹. Kebutuhan pupuk selama satu musim per satuan percobaan adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Kebutuhan pupuk Per Satuan Petak Percobaan (16,2 m²)

Jenis Pupuk	Total Pupuk	Pemupukan Dasar	21 hst	45 hst
Pupuk kandang (ayam)	32,40 kg	32,40 kg		
Urea (46%N)	527,00 g	105,00 g	211 g	211 g
SP-36 (36% P ₂ O ₅)	899,00 g	899,00 g		
KCL (60% K ₂ O)	405,00 g	405,00 g		

3.4.5 Panen

Panen dilaksanakan pada saat tanaman sudah berumur 100 hari setelah tanam. Ciri tanaman kentang dapat dipanen yaitu tanaman bagian atas seperti, batang dan daun sudah menguning dan rontok. Pemanenan dilakukan secara manual dengan cara mencabut seluruh bagian tanaman kentang hingga bagian akar dan umbi. Panen kacang merah dilaksanakan pada saat tanaman kacang merah berumur 90 hari setelah tanam. Panen kacang merah ditandai oleh seluruh daun tanaman kacang merah menuning atau rontok dan warna polong berwarna kecoklatan hingga merah.

3.5 Pengamatan Percobaan

Penelitian menggunakan pengamatan destruktif, non destruktif, pengamatan panen, analisis pertumbuhan tanaman dan nisbah kesetaraan lahan.

3.5.1 Pengamatan Destruktif

Pengamatan destruktif dilakukan pada saat tanaman kentang berumur 30 hari setelah tanam. Interval pengamatan 14 hari sekali pada saat umur tanaman kentang 44, 58, 72, 86 dan 100 hari setelah tanam. Pengamatan destruktif meliputi:

1. Tinggi tanaman (cm), dihitung dari permukaan hingga titik tumbuh tanaman kentang
2. Jumlah daun pertanaman, menghitung daun yang sudah sempurna
3. Luas Daun (cm²), dihitung seluruh luas daun pertanaman dengan menggunakan alat LAM (*leaf area meter*)
4. Indeks Luas Daun, besarnya luas daun per unit luas tanah yang dinaungi oleh daun.

$$LAI = \frac{LA}{GA}$$

Keterangan:

LA = Luas daun per tanaman

GA = Luas tanah yang teranaungi (dihitung berdasarkan jarak tanam)

5. Tebal daun, Hasil bagi luas daun dengan berat daun

$$SLA = \frac{LA}{W}$$

Keterangan:

LA = Luas daun per tanaman

W = Berat daun per tanaman

3.5.2 Pengamatan Non Destruktif

Pengamatan non destruktif dilakukan pada saat tanaman kentang berumur 30 hari setelah tanam. Interval pengamatan 14 hari sekali pada saat umur tanaman kentang 44, 56, 70, 84 dan 100 hari setelah tanam. Pengamatan non destruktif melakukan pengukuran intersepsi radiasi matahari menggunakan alat lux meter yang diaplikasikan pada tajuk tanaman bagian atas, tengah dan bawah, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$E_i = \frac{I_j - I_l}{I_j} \times 100\%$$

Keterangan:

- E_i = Intersepsi radiasi matahari
- I_l = Intensitas yang lolos
- I_j = Intensitas yang jatuh

3.5.2 Panen

Komponen hasil tanaman kentang dan kacang merah meliputi:

- a. Kentang:
 1. Jumlah Umbi tiap tanaman (buah), dihitung semua umbi yang terbentuk
 2. Bobot umbi (g), ditimbang keseluruhan umbi yang terbentuk
 3. Bobot umbi (ton ha⁻¹), meliputi perhitungan seluruh umbi yang terbentuk.

Tabel 4. Grade Umbi Kentang

Kelas	Ukuran (gram)	Jenis Umbi
A	>300	Sangat Besar
B	101 - 300	Besar
C	51 - 100	Sedang
D	<51	Kecil

b. Kacang Merah

1. Jumlah polong tiap tanaman (buah), menghitung jumlah polong
2. Berat biji per tanaman, menimbang seluruh biji pertanaman
3. Biji kacang merah (ton ha⁻¹)

3.5.4 Analisis Pertumbuhan Tanaman

Analisis menggunakan CGR (*Crop Growth Rate*) atau laju pertumbuhan tanaman, yaitu laju penambahan bobot kering total tanaman per satuan waktu per

luas lahan. CGR dapat dihitung dengan rumus:

$$CGR = \frac{W_2 - W_1}{(T_2 - T_1)} \times \frac{1}{GA} \text{ (g. m}^{-2} \cdot \text{hari}^{-1}\text{)}$$

Keterangan:

- W₁ = Bobot kering total tanaman saat pengamatan pertama
- W₂ = Bobot kering total tanaman saat pengamatan kedua
- T₁ = Waktu pengamatan pertama (hari)
- T₂ = Waktu pengamatan kedua (hari)
- GA = Luas Tanah, Diasumsikan dengan jarak tanam



3.5.5 Nisbah Kesetaraan Lahan (NKL)

Menghitung kesetaraan produksi lahan yang dihasilkan dalam tumpang sari, menggunakan rumus sebagai berikut (Soejono, 2004):

$$NKL = \frac{HA1}{HA2} + \frac{HB2}{HB1}$$

Keterangan:

HA1 = Hasil tanaman A yang ditanam secara tumpang sari

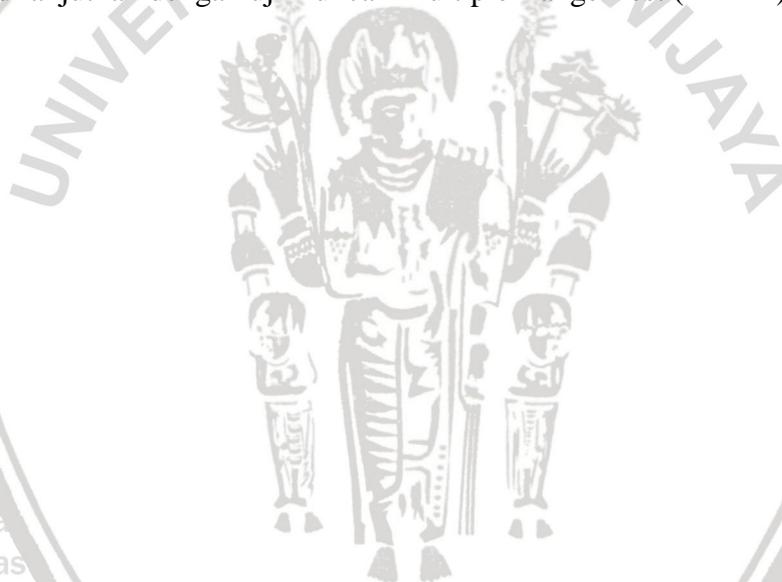
HB1 = Hasil tanaman B yang di tanam secara tumpang sari

HA2 = Hasil tanaman A yang ditanam secara monokultur

HB2 = Hasil tanaman B yang ditanam secara monokultur

3.6 Analisis Data

Data dianalisis menggunakan analisis ragam (uji F) dengan taraf 5% dengan tujuan mengetahui pengaruh nyata antar perlakuan. Apabila berpengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) taraf 5%.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Pengamatan Destruktif dan Non Destruktif

1. Tinggi Tanaman

Data analisis ragam Lampiran 11 menunjukkan tidak terdapat interaksi antara waktu tanam dan jarak tanam tumpangsari terhadap parameter tinggi tanaman. Pada perlakuan waktu tanam tumpangsari tidak terdapat pengaruh terhadap tinggi tanaman dari 30 – 100 hst. Pada perlakuan jarak tanam tumpangsari pada 58-100 hst terdapat pengaruh terhadap tinggi tanaman. Data tinggi tanaman disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rerata Tinggi Tanaman pada Berbagai Umur Tanaman Akibat Perlakuan Saat Tanam dan Jarak Tanam Kacang Merah

Perlakuan	Tinggi Tanaman Kentang (cm)					
	30 hst	44 hst	58 hst	72 hst	86 hst	100 hst
Waktu Tanam						
Bersamaan Tanam	35,33	37,44	40,66	43,88	50,77	53,88
2 MST	30,81	36,88	42,22	46,77	54,00	57,44
4 MST	33,77	38,22	44,88	52,66	59,11	52,77
DMRT (5%)	tn	tn	tn	tn	tn	tn
Jarak Tanam						
70 cm x 90 cm	31,11	35,55	39,44 a	44,66 a	52,11 a	55,11 a
70 cm x 60 cm	33,96	37,44	43,00 ab	47,66 ab	54,11 ab	57,44 ab
70 cm x 30 cm	34,85	39,55	45,33 b	51,00 b	57,66 b	61,55 b
DMRT (5%)	tn	tn	3,98	4,66	4,29	5,02

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%, hst: hari setelah tanam, tn: tidak nyata, MST: minggu setelah tanam.

Data Tabel 5 menunjukkan semakin rapat jarak tanam tumpangsari kacang merah yaitu 70 cm x 30 cm menyebabkan tanaman kentang bertambah tinggi.

Pengamatan tinggi tanaman 58 – 100 hst menunjukkan jarak tanam 70 cm x 30 cm menghasilkan tanaman lebih tinggi dari perlakuan 70 cm x 90 cm, pada 100 hst jarak tanam tumpangsari 70 cm x 30 cm menyebabkan tanaman kentang etiolasi mempunyai tinggi tanaman 61,55 cm, sedangkan perlakuan jarak tanam tumpangsari 70 cm x 90 cm mempunyai tinggi tanaman 55,11 cm.

2. Jumlah Daun

Data analisis ragam Lampiran 12 menunjukkan tidak terdapat interaksi waktu tanam dan jarak tanam tumpangsari terhadap parameter jumlah daun. Pada perlakuan waktu tanam tumpangsari tidak terdapat pengaruh terhadap jumlah daun tanaman kentang dari 30 – 100 hst. Pada perlakuan jarak tanam tumpangsari kacang merah tidak terdapat pengaruh terhadap jumlah daun tanaman kentang pada 30 - 100 hst. Data jumlah daun tanaman disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rerata Jumlah Daun Per tanaman pada Berbagai Umur Tanaman Akibat Perlakuan Saat Tanam dan Jarak Tanam Kacang Merah

Perlakuan	Jumlah Daun					
	30 hst	44 hst	58 hst	72 hst	86 hst	100 hst
Waktu Tanam						
Bersamaan Tanam	18,33	30,94	45,11	52,00	54,00	50,88
2 MST	16,62	26,55	38,55	47,22	49,22	55,00
4 MST	19,55	32,11	46,11	56,66	58,66	60,66
DMRT (5%)	tn	tn	tn	tn	tn	tn
Jarak Tanam						
70 cm x 90 cm	18,55	28,27	39,66	48,11	50,11	61,44
70 cm x 60 cm	18,92	32,38	46,88	54,00	56,00	57,66
70 cm x 30 cm	17,03	28,94	43,22	53,77	55,77	57,44
DMRT (5%)	tn	tn	tn	tn	tn	tn

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%, hst: hari setelah tanam, tn: tidak nyata, MST: minggu setelah tanam.

Data pada Tabel 6 menunjukkan rerata jumlah daun tanaman kentang dari semua perlakuan waktu tanam dan jarak tanam kacang merah yang berbeda tidak nyata. Pada perlakuan waktu tanam tumpangsari tidak terdapat pengaruh terhadap jumlah daun tanaman kentang dari 30 – 100 hst. Pada perlakuan jarak tanam tumpangsari kacang merah tidak terdapat pengaruh terhadap jumlah daun tanaman kentang pada 30 - 100 hst.

3. Luas Daun

Data analisis ragam Lampiran 13 menunjukkan tidak terdapat interaksi waktu tanam dan jarak tanam tumpangsari kacang merah terhadap parameter luas daun. Pada perlakuan waktu tanam tumpangsari terdapat pengaruh terhadap luas daun tanaman kentang pada 100 hst. Pada perlakuan jarak tanam tumpangsari kacang merah terdapat pengaruh terhadap luas daun tanaman kentang pada 58 - 100 hst. Data luas daun tanaman kentang disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rerata Luas Daun Per tanaman pada Berbagai Umur Tanaman Akibat Perlakuan Saat Tanam dan Jarak Tanam Kacang Merah

Perlakuan	Luas Daun (cm ² tan ⁻¹)					
	30 hst	44 hst	58 hst	72 hst	86 hst	100 hst
Waktu Tanam						
Bersamaan Tanam	770,18	1329,12	2247,74	3485,15	3348,15	3233,02 ab
2 MST	795,45	1277,34	2238,99	3124,80	2886,80	2696,80 a
4 MST	975,62	1508,99	2324,05	3560,02	3402,02	3485,15 b
DMRT (5%)	tn	tn	tn	tn	tn	609,89
Jarak Tanam						
70 cm x 90 cm	760,50	1281,06	2053,15 a	3175,09 a	2997,42 a	2923,42 a
70 cm x 60 cm	897,56	1483,69	2214,73 ab	3311,82 ab	3134,15 ab	3063,15 ab
70 cm x 30 cm	883,20	1650,70	2542,90 b	3683,82 b	3505,39 b	3431,39 b
DMRT (5%)	tn	tn	487,23	478,62	478,62	478,62

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%, hst: hari setelah tanam, tn: tidak nyata, MST: minggu setelah tanam.

Data Tabel 7 menunjukkan terdapat pengaruh waktu tanam dan jarak tanam tumpang sari kacang merah. Pengaruh waktu tanam tumpangsari terhadap luas daun terdapat pada 100 hst. Pengaruh jarak tanam tumpangsari kacang merah terhadap luas daun dari 58 - 100 hst. Semakin rapat jarak tanam 70 cm x 30 cm akan menghasilkan luas daun yang lebih lebar. Pada saat luas daun mencapai maksimal yaitu 72 hst. Jarak tanaman tumpang sari 70 cm x 30 cm menghasilkan luas daun 3683,82 cm² yang lebih tinggi dibandingkan jarak tanam tumpangsari 70 cm x 90 cm namun sama dengan jarak tanam tumpangsari 70 cm x 30 cm. penanaman tumpangsari yang lebih rapat ini menyebabkan peningkatan luas daun sebanyak 2,1%.

4. Indeks Luas Daun

Data analisis ragam Lampiran 14 menunjukkan tidak terdapat interaksi waktu tanam dan jarak tanam tumpangsari kacang merah terhadap parameter indeks luas daun. Pada perlakuan waktu tanam tumpangsari terdapat pengaruh terhadap indeks luas daun tanaman kentang pada 100 hst. Pada perlakuan jarak tanam tumpangsari kacang merah terdapat pengaruh terhadap indeks luas daun tanaman kentang pada 58 - 100 hst. Data indeks luas daun tanaman kentang disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Rerata Indeks Luas Daun pada Berbagai Umur Tanaman Akibat Perlakuan Saat Tanam dan Jarak Tanam Kacang Merah

Perlakuan	Indeks Luas Daun					
	30 hst	44 hst	58 hst	72 hst	86 hst	100 hst
Waktu Tanam						
Bersamaan Tanam	0,36	0,63	1,10	1,65	1,59	1,57 b
2 MST	0,37	0,60	1,06	1,48	1,37	1,28 a
4 MST	0,46	0,71	1,09	1,69	1,62	1,65 b
DMRT (5%)	tn	tn	tn	tn	tn	0,27
Jarak Tanam						
70 cm x 90 cm	0,36	0,61	0,97 a	1,51 a	1,42 a	1,39 a
70 cm x 60 cm	0,42	0,71	1,05 ab	1,57 ab	1,49 ab	1,45 ab
70 cm x 30 cm	0,42	0,64	1,23 b	1,75 b	1,66 b	1,66 b
DMRT (5%)	tn	tn	0,24	0,22	0,17	0,21

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%, hst: hari setelah tanam, tn: tidak nyata, mst: minggu setelah tanam.

Data Tabel 8 menunjukkan terdapat pengaruh waktu tanam dan jarak tanam tumpangsari kacang merah. Pengaruh waktu tanam tumpangsari terhadap luas daun terdapat pada 100 hst. Pengaruh jarak tanam tumpangsari kacang merah terhadap indeks luas daun dari 58 – 100 hst. Semakin rapat jarak tanam 70 cm x 30 cm akan menghasilkan indeks luas daun yang lebih besar. Pada saat luas daun mencapai maksimal yaitu 72 hst. Jarak tanaman tumpang sari 70 cm x 30 cm memiliki indeks luas daun 1,75 yang lebih tinggi dibandingkan jarak tanam tumpangsari 70 cm x 90 cm namun sama dengan jarak tanam tumpangsari 70 cm x 30 cm.



5. Tebal Daun

Data analisis ragam Lampiran 15 menunjukkan terdapat interaksi waktu tanam dan jarak tanam tumpangsari kacang merah terhadap parameter tebal daun.

Pada perlakuan waktu tanam tumpangsari tidak terdapat pengaruh terhadap tebal daun tanaman kentang. Pada perlakuan jarak tanam tumpangsari kacang merah terdapat pengaruh terhadap tebal daun tanaman kentang pada 100 hst. Data interaksi tebal daun tanaman kentang dengan perlakuan waktu tanam dan jarak tanam tumpangsari kacang merah disajikan pada Tabel 9. Data tebal daun tanaman kentang disajikan pada Tabel 10.

Tabel 9. Rerata Tebal Daun 100 hst Akibat Interaksi Perlakuan Saat Tanam x Jarak Tanam Tumpangsari Kacang Merah pada Tanaman Kentang

Perlakuan	Tebal Daun ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1} \text{tan}^{-1}$) 100 hst		
	70 cm x 90 cm	70 cm x 60 cm	70 cm x 30 cm
Bersamaan Tanam	83,57 b	92,05 a	113,03 b
2 MST	66,70 a	93,30 a	111,24 b
4 MST	111,11 c	98,18 a	87,23 a
DMRT (5%)	12,56	12,56	12,56

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%, hst: hari setelah tanam, tn: tidak nyata, mst: minggu setelah tanam.

Pada Tabel 9 menunjukkan terdapat interaksi pada perlakuan waktu tanam dan jarak tanam tanaman kacang merah. Interaksi antara 2 minggu setelah tanam dengan jarak tanam 70 cm x 90 cm dengan nilai $66,70 \text{ cm}^2 \text{g}^{-1} \text{tan}^{-1}$, Interaksi antara bersamaan tanam dengan jarak tanam 70 cm x 90 cm memiliki nilai $83,57 \text{ cm}^2 \text{g}^{-1} \text{tan}^{-1}$ dan interaksi antara 4 minggu setelah tanam dengan jarak tanam 70 cm x 90 cm mendapatkan nilai tertinggi yaitu $111,11 \text{ cm}^2 \text{g}^{-1} \text{tan}^{-1}$. Interaksi antara bersamaan tanam dengan jarak tanam 70 cm x 60 cm memiliki nilai $92,05 \text{ cm}^2 \text{g}^{-1} \text{tan}^{-1}$, Interaksi antara 2 minggu setelah tanam dengan jarak tanam 70 cm x 60 cm dengan nilai $93,30 \text{ cm}^2 \text{g}^{-1} \text{tan}^{-1}$ dan interaksi antara 4 minggu setelah tanam dengan jarak tanam 70 cm x 60 cm mendapatkan nilai tertinggi yaitu $98,18 \text{ cm}^2 \text{g}^{-1} \text{tan}^{-1}$. Interaksi antara 4 minggu setelah tanam dengan jarak tanam 70 cm x 30 cm mendapatkan nilai tertinggi yaitu $87,23 \text{ cm}^2 \text{g}^{-1} \text{tan}^{-1}$, Interaksi antara 2 minggu setelah tanam dengan jarak tanam 70 cm x 30 cm dengan nilai $111,24 \text{ cm}^2 \text{g}^{-1} \text{tan}^{-1}$ dan Interaksi antara bersamaan tanam dengan jarak tanam 70 cm x 30 cm memiliki nilai $113,03 \text{ cm}^2 \text{g}^{-1} \text{tan}^{-1}$. Interaksi 2 minggu setelah tanam dengan jarak tanam 70

cm x 60 cm dan 4 minggu setelah tanam dengan jarak tanam 70 cm x 60 cm tidak berbeda nyata. Interaksi 2 minggu setelah tanam dengan jarak tanam 70 cm x 60 cm, bersamaan tanam dengan jarak tanam 70 cm x 60 cm dan 4 minggu setelah tanam dengan jarak tanam 70 cm x 60 cm tidak berbeda nyata. Pada jarak tanam 70 cm x 90 cm dengan semua waktu tanam interaksinya berbeda nyata. Interaksi 4 minggu setelah tanam dengan jarak tanam tumpangsari kacang merah 70 cm x 30 cm menunjukkan tebal daun tertipis dengan nilai $87,23 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1} \text{ tan}^{-1}$.

Tabel 10. Rerata Tebal Daun pada Berbagai Umur Tanaman Akibat Perlakuan Saat Tanam dan Jarak Tanam Kacang Merah

Perlakuan	Tebal Daun ($\text{cm}^2 \text{ g}^{-1} \text{ tan}^{-1}$)					
	30 hst	44 hst	58 hst	72 hst	86 hst	100 hst
Waktu Tanam						
Bersamaan Tanam	194,19	199,52	159,55	125,70	107,93	96,21
2 MST	221,77	200,41	171,46	113,60	94,74	90,41
4 MST	223,00	214,18	155,42	126,43	102,99	98,84
DMRT (5%)	tn	tn	tn	tn	tn	tn
Jarak Tanam						
70 cm x 90 cm	195,66	186,11	141,79	114,87	97,05	87,13 a
70 cm x 60 cm	213,56	217,10	152,36	115,34	99,26	94,51 ab
70 cm x 30 cm	229,75	210,92	192,27	135,52	109,35	103,83 b
DMRT (5%)	tn	tn	tn	tn	tn	21,48

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%, hst: hari setelah tanam, tn: tidak nyata, MST: minggu setelah tanam.

Data Tabel 10 menunjukkan terdapat pengaruh jarak tanam terhadap tebal daun pada 100 hst. Perbedaan yang nyata terdapat pada perlakuan jarak tanam pada 100 hst. Pada perlakuan jarak tanam 100 hst jarak tanam 70 cm x 90 cm mendapatkan nilai terendah yaitu 87,13 selanjutnya disusul oleh perlakuan jarak tanam 70 cm x 60 cm dengan nilai 94,51, perlakuan jarak tanam dengan nilai tertinggi diperoleh oleh jarak tanam 70 cm x 30 cm dengan nilai 103,83.

6. Intersepsi Radiasi Matahari

Data analisis ragam Lampiran 16 pada pengamatan Intersepsi Radiasi Matahari tanaman kentang menunjukkan tidak terjadi interaksi antara waktu tanam dan jarak tanam. Adanya perbedaan nyata pada waktu tanam dan jarak tanam kacang merah terhadap Intersepsi Radiasi Matahari tanaman kentang. Pada masing-masing perlakuan waktu tanam dan jarak tanam tanaman tumpangsari kacang merah. Data Intersepsi Radiasi Matahari tanaman kentang akibat perlakuan waktu tanam dan jarak tanam tumpangsari kacang merah disajikan ada Tabel 11.

Tabel 11. Intersepsi Radiasi Matahari pada Berbagai Umur Tanaman Akibat Perlakuan Saat Tanam dan Jarak Tanam Kacang Merah

Perlakuan	Intersepsi Radiasi Matahari (%)					
	30 hst	44 hst	58 hst	72 hst	86 hst	100 hst
Waktu Tanam						
Bersamaan Tanam	84,10	87,97	88,34	89,76	88,30	76,71 a
2 MST	83,78	87,07	87,69	89,21	88,89	76,93 a
4 MST	84,05	88,60	89,88	90,32	89,52	80,04 b
DMRT (5%)	tn	tn	tn	tn	tn	1,67
Jarak Tanam						
70 cm x 90 cm	83,75	88,70	83,95 a	86,72 a	86,55 a	74,66 a
70 cm x 60 cm	83,63	87,08	87,76 a	89,93 b	88,93 b	77,37 b
70 cm x 30 cm	84,55	87,86	94,20 b	92,64 c	91,23 c	81,65 c
DMRT (5%)	tn	tn	4,57	1,46	1,73	1,73

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%, hst: hari setelah tanam, tn: tidak nyata, mst: minggu setelah tanam.

Data Tabel 11 diatas menunjukkan Intersepsi Radiasi Matahari tanaman kentang. Perbedaan yang nyata terdapat pada perlakuan jarak tanam pada umur pengamatan 58, 72, 86 dan 100 hst, pada perlakuan waktu tanam perbedaan yang nyata terdapat pada saat 100 hst. Pada perlakuan jarak tanam 58 hst jarak tanam 70 cm x 90 cm mendapatkan nilai terendah yaitu 83,95% selanjutnya disusul oleh perlakuan jarak tanam 70 cm x 60 cm dengan nilai 87,76%, perlakuan jarak tanam dengan nilai tertinggi diperoleh oleh jarak tanam 70 cm x 30 cm dengan nilai 94,20%. Pada perlakuan jarak tanam 72 hst jarak tanam 70 cm x 90 cm mendapatkan nilai terendah yaitu 86,72%, selanjutnya disusul oleh perlakuan jarak tanam 70 cm x 60 cm dengan nilai 89,93%, perlakuan jarak tanam dengan nilai tertinggi diperoleh oleh jarak tanam 70 cm x 30 cm dengan nilai 92,64%. Pada saat 86 hst jarak tanam 70 cm x 90 cm mendapatkan nilai terendah yaitu 86,55%,

selanjutnya disusul oleh perlakuan jarak tanam 70 cm x 60 cm dengan nilai 88,93%, perlakuan jarak tanam dengan nilai tertinggi diperoleh oleh jarak tanam 70 cm x 30 cm dengan nilai 91,23%. Pada saat 100 hst jarak tanam 70 cm x 90 cm mendapatkan nilai terendah yaitu 74,66%, selanjutnya disusul oleh perlakuan jarak tanam 70 cm x 60 cm dengan nilai 77,37%, perlakuan jarak tanam dengan nilai tertinggi diperoleh oleh jarak tanam 70 cm x 30 cm dengan nilai 81,65%. Perbedaan nyata pada waktu tanam terdapat pada 100 hst dengan, perlakuan waktu tanam bersamaan tanam dengan nilai 76,71%, selanjutnya disusul oleh minggu setelah tanam mendapatkan nilai terendah dengan nilai 76,93% dan yang mendapatkan nilai terbesar pada perlakuan waktu tanam 4 minggu setelah tanam dengan nilai 80,04%.

4.1.2 Komponen Hasil Panen Tanaman Kentang

Data analisis ragam Lampiran 17 menunjukkan terdapat interaksi waktu tanam dan jarak tanam tumpangsari kacang merah terhadap parameter jumlah umbi tanaman kentang. Pada perlakuan waktu tanam dan jarak tanam tumpangsari kacang merah tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah umbi dan bobo tumbi. Jarak tanam tumpangsari kacang merah berpengaruh terhadap parameter bobot segar umbi tanaman kentang. Data interaksi antara perlakuan waktu tanam dan jarak tanam tumpangsari kacang merah. Data interaksi jumlah umbi pertanaman disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Jumlah Umbi Kentang Akibat Interaksi Perlakuan Saat Tanam x Jarak Tanam Tumpang Sari Kacang Merah pada Tanaman Kentang

Perlakuan	Jumlah Umbi Kentang		
	70 cm x 90 cm	70 cm x 60 cm	70 cm x 30 cm
Bersamaan Tanam	10,66 a	11,55 a	10,77 a
2 MST	12,77 a	09,61 a	10,94 a
4 MST	11,00 a	11,83 a	14,33 b
DMRT (5%)	2,57	2,57	2,57

Data Tabel 12 menunjukkan interaksi antara perlakuan waktu tanam dan jarak tanam tumpangsari kacang merah. Interaksi jarak tanam 70 cm x 90 cm dengan seluruh perlakuan waktu bersamaan tanam, 2 minggu setelah tanam, 4 minggu setelah tanam tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Pada perlakuan jarak tanam 70 cm x 60 cm dengan seluruh perlakuan waktu tanam bersamaan tanam, 2 minggu setelah tanam dan 4 minggu setelah tanam tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Pada perlakuan waktu tanam bersamaan tanam dengan jarak

tanam kacang merah 70 cm x 30 cm mendapatkan nilai terendah yaitu 10,77, selanjutnya perlakuan 2 minggu setelah tanam dengan perlakuan jarak tanam kacang merah 70 cm x 30 cm mendapatkan nilai 10,94 cm dan pada perlakuan yang mendapatkan nilai tertinggi adalah perlakuan 4 minggu setelah tanam dengan jarak tanam 70 cm x 30 cm dengan nilai 14,33. Data panen tanaman kentang disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Rerata Panen Kentang Akibat Perlakuan Saat Tanam dan Jarak Tanam Kacang Merah

Perlakuan	Jumlah Umbi	Panen Kentang	
		Bobot Umbi Tan ⁻¹ (g)	Bobot Segar Umbi (ton ha ⁻¹)
Waktu Tanam			
Bersamaan Tanam	11,00	576,66	5,98
2 MST	11,11	626,77	6,10
4 MST	12,38	655,22	6,57
DMRT (5%)	tn	tn	tn
Jarak Tanam			
70 cm x 90 cm	11,48	593,55	5,80 a
70 cm x 60 cm	11,00	591,55	6,00 ab
70 cm x 30 cm	12,01	673,55	6,84 b
DMRT (5%)	tn	tn	0,93

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%, hst: hari setelah tanam, tn: tidak nyata, mst: minggu setelah tanam.

Data Tabel 13 menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata terhadap parameter bobot umbi pertanaman dengan perlakuan waktu tanam dan jarak tanam tumpangsari kacang merah. Data Tabel 13 menunjukkan perbedaan nyata jarak tanam kacang merah terhadap bobot segar umbi. Pada jarak tanam 70 cm x 90 cm mendapatkan nilai terendah yaitu 5,80 ton ha⁻¹, pada perlakuan 70 cm x 60 cm mendapatkan nilai 6,00 ton ha⁻¹, pada perlakuan jarak tanam 70 cm x 30 cm mendapatkan nilai tertinggi dengan nilai 6,84 ton ha⁻¹. parameter jumlah umbi pertanaman dengan perlakuan waktu tanam dan jarak tanam tumpangsari kacang merah.

4.1.3 Komponen Hasil Panen Tanaman Kacang Merah

Hasil data analisis ragam Lampiran 18 pada pengamatan berat biji pertanaman tidak menunjukkan tidak ada pengaruh nyata terhadap perlakuan waktu tanam dan jarak tanam kacang merah. Hasil data analisis ragam pada pengamatan jumlah polong pertanaman tidak menunjukkan tidak ada pengaruh nyata terhadap perlakuan waktu tanam dan jarak tanam kacang merah. Hasil data analisis ragam pada pengamatan hasil panen tanaman kacang merah menunjukkan pengaruh nyata terhadap perlakuan jarak tanam kacang merah. Data jumlah polong pertanaman, berat biji pertanaman dan hasil panen kacang merah disajikan pada Tabel 16.

Tabel 14. Rerata Panen Kacang Merah Akibat Perlakuan Saat Tanam dan Jarak Tanam Kacang Merah

Perlakuan	Panen Kacang Merah		
	Jumlah Polong tan ⁻¹	Berat Biji g tan ⁻¹	Hasil Panen ton ha ⁻¹
Waktu Tanam			
Bersamaan Tanam	15,05	84,66	0,79
2 MST	14,58	85,33	0,81
4 MST	16,37	100,0	0,93
DMRT (5%)	tn	tn	tn
Jarak Tanam			
70 cm x 90 cm	14,72	87,33	0,74 a
70 cm x 60 cm	15,22	90,00	0,84 ab
70 cm x 30 cm	16,07	92,66	0,95 b
DMRT (5%)	tn	tn	0,19

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%, hst: hari setelah tanam, tn: tidak nyata, mst: minggu setelah tanam.

Data pada Tabel 14 menunjukkan adanya perbedaan nyata pada perlakuan jarak tanam terhadap hasil panen kacang merah. Pada perlakuan jarak tanam kacang merah 70 cm x 90 cm memperoleh nilai 0,74 ton ha⁻¹, selanjutnya disusul oleh perlakuan jarak tanam 70 cm x 60 cm dengan nilai 0,84 ton ha⁻¹ dan perlakuan jarak tanam 70 cm x 30 cm memperoleh nilai tertinggi yaitu 0,95 ton ha⁻¹. Semakin rapat jarak tanaman tumpangsari kacang merah makan akan menghasilkan lebih banyak panen kacang merah.

4.1.4 Analisis Pertumbuhan Tanaman

Data analisis ragam Lampiran 19 menunjukkan tidak terdapat interaksi antara waktu tanam dan jarak tanam tumpangsari kacang merah. Data analisis ragam Lampiran 19 menunjukkan tidak ada pengaruh nyata terhadap perlakuan waktu tanam dan jarak tanam kacang merah. Pada perlakuan waktu tanam dan jarak tanam kacang merah tidak menunjukkan adanya interaksi antara perlakuan terhadap laju pertumbuhan tanaman (*Crop Growth Rate*). Data laju pertumbuhan tanaman (*Crop Growth Rate*) diambil saat tanaman berumur 30 dan 100 hst. Data mengenai laju pertumbuhan tanaman (*Crop Growth Rate*) disajikan pada Tabel 15.

Tabel 15. Analisis Pertumbuhan Tanaman (*Crop Growth Rate*) pada Umur 30 – 100 hst Akibat Perlakuan Saat Tanam dan Jarak Tanam Kacang Merah

Perlakuan	CGR g m ⁻² hari ⁻¹ (30 – 100 hst)
Waktu Tanam	
Bersamaan Tanam	17,80
2 MST	17,11
4 MST	17,57
DMRT (5%)	tn
Jarak Tanam	
70 cm x 90 cm	16,82
70 cm x 60 cm	18,14
70 cm x 30 cm	17,52
DMRT (5%)	tn

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%, hst: hari setelah tanam, tn: tidak nyata, mst: minggu setelah tanam.

Data pada Tabel 15 menunjukkan tidak adanya pengaruh nyata antar perlakuan waktu tanam dan jarak tanam. Pada perlakuan waktu tanam tumpangsari tidak terdapat pengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan tanaman kentang. Pada perlakuan jarak tanam tumpangsari kacang merah tidak terdapat pengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan tanaman kentang.

4.1.5 Perhitungan NKL (Nisbah Kesetaraan Lahan)

Hasil penghitungan nisbah kesetaraan lahan untuk mengetahui efisiensi penggunaan lahan disajikan pada Tabel 16.

Tabel 16. Hasil Perhitungan NKL (Nisbah Kesetaraan Lahan)

Perlakuan	Nilai NKL
Bersamaan Tanam dan Jarak 70 cm x 90 cm	1,73
Bersamaan Tanam dan Jarak 70 cm x 60 cm	1,78
Bersamaan Tanam dan Jarak 70 cm x 30 cm	1,88
2 MST dan Jarak 70 cm x 90 cm	1,64
2 MST dan Jarak 70 cm x 60 cm	1,85
2 MST dan Jarak 70 cm x 30 cm	2,02
4 MST dan Jarak 70 cm x 90 cm	1,78
4 MST dan Jarak 70 cm x 60 cm	1,94
4 MST dan Jarak 70 cm x 30 cm	2,41

Data pada Tabel 16 menunjukkan nilai nisbah kesetaraan lahan lebih dari 1 untuk seluruh macam perlakuan, yang berarti produktifitas lahan pada model tumpang sari lebih tinggi dari pada lahan monokultur. Nilai nisbah kesetaraan lahan tertinggi pada perlakuan 4 minggu setelah tanam dengan jarak tanam kacang merah 70 cm x 30 cm mendapatkan nilai 2,41. Setelah itu disusul oleh perlakuan 2 minggu setelah tanam dengan jarak tanam 70 cm x 30 cm dengan nilai 2,02. Nilai kesetaraan lahan terendah terdapat pada perlakuan bersamaan tanam dengan jarak tanam 70 cm x 90 cm dengan nilai 1,73.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengaruh Waktu Tanam dan Jarak Tanam Kacang Merah Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kentang

Berdasarkan hasil analisis ragam diketahui bahwa perlakuan jarak tanam tanaman kacang merah sebagai tanaman tumpang sari berpengaruh nyata terhadap terhadap parameter tinggi tanaman pada umur pengamatan 58, 72, 86 dan 100 hst. Perbedaan tinggi tanaman pada jarak tanam tumpangsari kacang merah 70 cm x 30 cm disebabkan oleh kerapatan tanaman pada lahan. Semakin rapat pada lahan yang digunakan maka akan menyebabkan tanaman semakin tinggi. Hal tersebut terjadi karena mekanisme tanaman mencari cahaya. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Sutapradja (2008) yang mengatakan tinggi tanaman pada kentang dipengaruhi oleh jarak tanam di mana semakin rapat maka laju pertumbuhan tinggi tanaman akan semakin tinggi. Menurut Chairudin (2015) menyatakan bahwa naungan mengakibatkan meningkatnya tinggi batang, Peningkatan tinggi batang merupakan upaya tanaman untuk meningkatkan penyerapan cahaya karena tanaman tidak mampu menaikkan daunnya keatas kanopi.

Selanjutnya hasil analisis ragam diketahui bahwa perlakuan jarak tanam tanaman kacang merah sebagai tanaman tumpang sari berpengaruh nyata terhadap terhadap parameter luas daun pada umur pengamatan 72, 86 dan 100 hst. Perbedaan nyata pada luas daun disebabkan oleh penanaman tumpangsari kacang merah dilakukan 4 minggu setelah tanam tanaman kentang. Sehingga tanaman kentang pada saat priode kritis pertumbuhan tidak ada gangguan dari tanaman lainnya. Sehingga pertumbuhan kentang dan kacang merah tidak saling mengganggu hal tersebut juga didukung oleh pernyataan Arma *et. al.* (2013) Waktu tanam merupakan upaya untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan hara pada lahan kering dalam sistem budidaya tumpangsari. Perbedaan waktu tanam antara dua atau lebih jenis tanaman pada sebidang tanah dapat mengurangi persaingan dalam pemanfaatan hara, ruang tumbuh dan air. Penundaan waktu tanam dari satu jenis tanaman yang ditumpangsarikan juga dimaksudkan agar saat pertumbuhan maksimum terjadi pada waktu yang tidak bersamaan. Hal ini, akan membatu usaha pencapaian potensi produksi dari kedua jenis tanaman yang ditumpangsarikan.

Interaksi Tebal Daun pada perlakuan 4 minggu setelah tanam dengan jarak tanam 70 cm x 30 cm memiliki tebal daun yang tertipis, hal tersebut disebabkan

oleh adaptasi tanaman akibat minim cahaya yang disebabkan oleh tumpangsari dengan kacang merah. Pada saat kacang merah sudah memiliki tinggi yang setara dengan tanaman kentang, maka tanaman kentang akan beradaptasi dengan lingkungan yang ada yaitu dengan cara menipiskan daunnya atau melebarkan luasnya. Hal tersebut didukung oleh Hale dan Orcutt (1987) menjelaskan bahwa adaptasi tanaman terhadap intensitas cahaya rendah melalui dua cara, yaitu peningkatan luas daun untuk mengurangi penggunaan metabolit dan mengurangi jumlah cahaya yang ditransmisikan dan yang direfleksikan. Tsegay *et al.*, (2005) Cahaya memegang peranan penting dan seringkali menjadi faktor pembatas pertumbuhan banyak tanaman. Cahaya diperlukan dalam proses asimilasi sejumlah senyawa penting dalam tubuh tanaman. Karenanya, penurunan intensitas cahaya akibat kondisi ternaungi menghambat laju fotosintesis tanaman. Akhirnya produksi fotosintat sebagai energi pertumbuhan lebih sedikit. Lukitasari (2010) menyatakan bahwa setiap tumbuhan mempunyai kebutuhan intensitas radiasi matahari yang berbeda-beda sesuai dengan kondisi di lapang selain faktor genetiknya. Kondisi tersebut secara bersamaan akan mempengaruhi sifat-sifat morfologi dan fisiologi tanaman bersangkutan. Lebih jauh dijelaskan bahwa jumlah daun merupakan cerminan potensi tanaman dalam menyediakan tempat berlangsungnya proses fotosintesis. Tanaman yang tumbuh dengan naungan akan memiliki kompensasi hasil asimilasi yang lebih rendah dibandingkan tanaman yang tumbuh di tempat dengan cahaya matahari yang optimal. Opoku-Agyeman *et al.*, (2008) Keragaman genetik dan kondisi lingkungan tumbuh turut mempengaruhi respon morfologi dan produksi kentang hitam terhadap intensitas cahaya yang diterimanya.

Pendapat tersebut juga didukung oleh Levitt (1980) menggolongkan adaptasi tanaman terhadap naungan melalui mekanisme penghindaran (*avoidance*).

Mekanisme penghindaran berkaitan dengan perubahan anatomi dan morfologi daun untuk memaksimalkan penangkapan cahaya dan fotosintesis yang efisien, seperti peningkatan luas daun, serta penurunan tebal daun dan kandungan klorofil b.

Pendapat tersebut di dukung oleh Khumaida (2002) Peningkatan luas daun selain memungkinkan peningkatan luas bidang tangkapan, juga menyebabkan daun menjadi lebih tipis karena sel-sel palisade hanya terdiri dari satu atau dua lapis.

Dalam kondisi demikian, kloroplas akan terorientasi pada permukaan daun bagian

atas secara paralel sehingga daun tampak lebih hijau. Pada parameter intersepsi radiasi matahari didapatkan hasil berbeda nyata pada saat umur 58, 72, 86 dan 100 hst. Data Tabel 12 menunjukkan hasil bahwa perlakuan jarak tanam 70 cm x 30 cm memiliki tingkat intersepsi radiasi matahari yang paling tinggi. Hal tersebut disebabkan oleh tingkat kerapatan tanaman dengan jarak tanam 70 cm x 30 cm, karena pada jarak tanam 70 cm x 30 cm memiliki populasi tanaman tumpang sari kacang tanah sejumlah 60 biji, sedangkan jarak tanam 70 cm x 60 cm berjumlah 28 tanaman dan jarak tanam 70 cm x 90 cm berjumlah 20 tanaman.

4.2.2 Pengaruh Waktu tanam dan Jarak Tanam Kacang Merah Terhadap Hasil Tanaman Kentang

Perlakuan waktu tanam dan jarak tanam kacang merah terhadap hasil tanaman kentang menunjukkan ada perbedaan nyata. Perbedaan nyata terjadi pada perlakuan jarak tanam terhadap bobot segar umbi panen kentang. Pada Tabel 13 menunjukkan data bobot segar panen kentang, jarak tanam 70 cm x 30 cm menunjukkan hasil yang paling tinggi dengan nilai 61,64. Pada perlakuan jarak tanam 70 cm x 90 cm bernilai 52,26. Mengapa pada perlakuan 70 cm x 90 cm mendapatkan nilai terkecil karena terkait dengan banyaknya cahaya yang lolos menyebabkan suhu tinggi, yang dapat menyebabkan terhambatnya proses pembentukan umbi kentang, dikarenakan terjadinya respirasi pada daun yang diakibatkan oleh kenaikan suhu, sehingga proses pembentukan umbi akan dialihkan. Populasi tumpang sari pada jarak tanam 70 cm x 90 cm hanya terdapat 20 tanaman, sedangkan pada jarak tanam 70 cm x 30 cm terdapat populasi kacang merah sejumlah 60 tanaman. Hal tersebut sejalan dengan pendapat Lambers *et al.*, (2008) Intensitas cahaya yang optimal akan mempengaruhi aktivitas stomata untuk menyerap CO₂. Ketersediaan CO₂ merupakan bahan baku sintesis karbohidrat, sehingga berpengaruh dalam meningkatkan tinggi tanaman dan indeks luas daun bila dibandingkan dengan tanpa naungan. Efisiensi fotosintesis yang rendah pada tanaman kentang tanpa naungan disebabkan oleh hilangnya sebagian dari CO₂ yang terhambat dengan meningkatnya intensitas cahaya, yang disebut fotorespirasi.

Penghambatan ini terjadi pada semua spesies C3 termasuk tanaman kentang.

Tanaman C3 memiliki laju respirasi yang cepat pada intensitas cahaya tinggi dan menyebabkan hilangnya CO₂, sehingga terjadi penurunan laju fotosintesis. Salah

satu cara manipulasi lingkungan untuk mengatur intensitas cahaya matahari dan mengurangi suhu adalah dengan memberi naungan paranet, naungan plastik UV, dan naungan vegetasi dengan tanaman jagung. Hamdani *et al.*, (2009) melakukan penelitian pada tanaman kentang, menunjukkan bahwa naungan paranet dengan persentase naungan yang berbeda dapat mengakibatkan perbedaan lingkungan iklim mikro diantaranya adalah intensitas cahaya, suhu udara, suhu tanah dan kelembaban udara.

4.2.3. Perhitungan NKL (Nisbah Kesetaraan Lahan)

Hasil Perhitungan Nisbah Kesetaraan Lahan pada pola tumpang sari tanaman kentang dan kacang merah (Tabel 16). Semua perlakuan menunjukkan nilai NKL lebih dari 1. Hasil perhitungan tersebut menunjukkan hasil produktivitas lahan dari tumpang sari lebih tinggi dari pada lahan monokultur, sesuai pernyataan Sutrisna (2005) NKL merupakan salah satu cara untuk menghitung produktivitas lahan dari dua atau lebih tanaman yang ditumpangsarikan. Jika hasil penjumlahan nisbah lebih dari satu, berarti produktivitas dari tumpangsari lebih tinggi dari pada monokultur. Keuntungan secara agronomis dari pelaksanaan sistem tumpangsari dapat dievaluasi dengan menghitung Nisbah Kesetaraan Lahan (NKL). Nisbah Kesetaraan Lahan (NKL) secara umum didapatkan dengan membandingkan pola tumpang sari dengan monokultur, yang nilainya $NKL > 1$ berarti menguntungkan (Suwanto *et al.* 2005). Nilai nisbah kesetaraan lahan tertinggi pada perlakuan 4 minggu setelah tanam dengan jarak tanam kacang merah 70 cm x 30 cm mendapatkan nilai 2,41. Setelah itu disusul oleh perlakuan 2 minggu setelah tanam dengan jarak tanam 70 cm x 30 cm dengan nilai 2,02. Nilai kesetaraan lahan tersendah terdapat pada perlakuan bersamaan tanam dengan jarak tanam 70 cm x 90 cm dengan nilai 1,73. Sehingga nilai nisbah kesetaraan lahan tertinggi pada perlakuan 4 minggu setelah tanam dengan jarak tanam kacang merah 70 cm x 30 cm mendapatkan keuntungan 241% lebih banyak dibandingkan dengan monokultur. Setelah itu disusul oleh perlakuan 2 minggu setelah tanam dengan jarak tanam 70 cm x 30 cm dengan keuntungan 202% lebih banyak dibandingkan dengan monokultur. Nilai kesetaraan lahan tersendah terdapat pada perlakuan bersamaan tanam dengan jarak tanam 70 cm x 90 cm dengan keuntungan 173% lebih banyak dibandingkan dengan monokultur.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Saat tanam x jarak tanam tanaman tumpangsari kacang merah tidak berpengaruh terhadap jumlah daun tanaman kentang, namun mempengaruhi tinggi tanaman, luas daun, indeks luas daun, tebal daun dan intersepsi radiasi matahari.
2. Jarak tanam tumpangsari kacang merah 70 cm x 30 cm akan menambah tinggi tanaman dan luas daun, sedangkan perlakuan waktu tanam relatif tidak berpengaruh kecuali pada 100 hst yang menunjukkan perlakuan saat tanam 2 mst menghasilkan tinggi tanaman dan luas daun yang rendah.
3. Semakin rapat jarak tanam dan semakin lambat waktu tanam pada tumpangsari kacang merah maka akan meningkatkan tinggi tanaman, luas daun, indeks luas daun, dan intersepsi radiasi matahari. Namun, perlakuan jarak tanam rapat dan waktu tanam yang lambat menurunkan rerata tebal daun.
4. intersepsi radiasi matahari meningkatkan bobot segar umbi tanaman kentang dan hasil panen tanaman kacang merah.
5. Produktivitas lahan tumpangsari menunjukkan nilai nisbah kesetaraan lahan (NKL) > 1. Nilai NKL tertinggi terdapat pada perlakuan 4 minggu setelah tanam dengan jarak tanam kacang merah 70 cm x 30 cm dengan nilai 2,41 sehingga pola tanam tumpangsari mendapatkan keuntungan 241% lebih banyak dari monokultur.

5.2 Saran

Perlunya dilakukan pengukuran suhu tanah agar mengetahui pengaruh ke umbi kentang. Pemilihan bibit diperhatikan agar keseragaman pertumbuhan tanaman kentang terjaga.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanto, Apri. 2015. Kajian Intersepsi Cahaya Matahari Pada Tiga Varietas Sorgum (*Sorghum Bicolor* (L.) Moench) Dengan Kerapatan Tanaman Berbeda Pada Sistem Tumpangsari Dengan Ubikayu (*Manihot Esculenta* Crantz). Jurnal Agrotek Tropika. 3(3): 355-361.
- Arma MJ, Uli F, Laode S. 2013. Pertumbuhan Dan Produktivitas Jagung (*Zea mays* L.) Dan Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) Melalui Pemberian Nutrisi Organik Dan Waktu Tanam Dalam Sistem Tumpangsari. Jurnal Agroteknos 3 (1), 1-7
- Ashari, S. 2006. Hortikultura Aspek Budidaya. UI-Press. Jakarta.
- Astawan, M. 2009. Sehat dengan Hidangan Kacang dan Biji-Bijian. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik. 2018. Produksi Tanaman Sayuran (Online). <https://www.bps.go.id/site/resultTab>.
- Chairudin. 2015. Dampak Naungan Terhadap Perubahan Karakter Agronomi Dan Morfo-Fisiologi Daun Pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). Jurnal Floratek 10: 26-35.
- Diwa, Tri Aditya, Meksy Diana Wati, Anna Sin aga. 2015. Petunjuk Teknis Budidaya Kentang. Balai Pengkaji Teknologi Pertanian (BPTP). Jawa Barat.
- Fachrudin, J. 2003. Intersepsi Radiasi Matahari Pada Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Padi Dengan Beberapa Varietas dan Jarak Tanam yang Berbeda. Skripsi Jurusan GFM. IPB. Bogor.
- Fachruddin, Lisdiana .2000. Budidaya Kacang – Kacangan. Yogyakarta: Kanisius.
- Badan Pusat Statistik. 2018. Produksi Tanaman Sayuran (Online). <https://www.bps.go.id/site/resultTab>.
- Hale MG, Orcutt DM. 1987. The Physiology of plants under stress. John Wiley and Sons, New York.
- Hamdani, J.S., Y.R., Suriadinata. 2015. Effects of row intercropping system of corn and potato and row spacing of corn on the growth and yield of Atlantic potato cultivar planted in medium altitude. Asian J. Agric. Res., 9:104-112.
- Hidayat, Taufan. 2010. Efisiensi Pemanfaatan Radiasi Surya, Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Soba (*Fagopyrum esculentum* Moench.) Di Ciawi Bogor. Jurnal Agrista. 14(1): 16-17.
- Jeavons, John. 2012. How to Grow More Vegetables, Eighth Edition: (and Fruits, Nuts, Berries, Grains, and Other Crops) Than You Ever Thought Possible on Less Land Than You Can Imagine. Potter/TenSpeed/Harmony. United States.
- Kementrian Pertanian. 2015. Statistik Produksi Hortikultura Tahun 2014. Direktorat Jenderal Hortikultura, Kementrian Pertanian.

- Khumaida, N. 2002. Studies on Upland Rice and Soybean to Shade Stress. (Disertasi). The University of Tokyo, Tokyo.
- Lambers, H., F.S. Chapin, T.L. Pons. 2008. Plant physiological ecology. Springer Science +Business Media, LLC. New York, USA.
- Lukitasari, M. 2010. Ekologi Tumbuhan. Diktat Kuliah. IKIP PGRI Press. Madiun
- Levitt J. 1980. Responses of plants to environmental stresses water, radiation, salt, and other stresses. Vol. II. Academic Press, Inc, London.
- Muyan, Yaved. 2012. Intersepsi Radiasi Matahari Pada Pertanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L.) Di Prafi Monokwari. Jurnal Agrotek. 3(1): 59-60.
- Opoku-Agyeman MO, SO Bennett-Lartey, RS Vodouhe, C Osei, E Quarcoo, SK Boateng and EA Osekere. 2008. Morphological characterization of frafra potato (*Solenostemon rotundifolius*) germplasm from the savannah regions of Ghana. Plant Genetic Resources and Food Security in West and Central Africa, 116-123.
- Purwono dan Heni. 2009. Budidaya 8 Jenis Tanaman Pangan Unggul. Penebar Swadaya. Depok.
- Rezig, M., A. Sahli, M. Hachicham F.B. Jeddi and Y. Harbaoui. 2013. Potato (*Solanum tuberosum* L.) and Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Sole Intercropping; Effect on Light Interception and Radiation and Corn Yield under Three Densities of Sowing. International Journal of Agronomy. 5 (4): 384.
- Sofiari, E. 2009. Daya hasil beberapa klon kentang di Garut dan Banjarnegara. Jurnal Hortikultura. 19 (2): 148-154.
- Sugito, Yogi. 2012. Ekologi Tanaman. UB Press. Malang.
- Sunarjono, Hendro. 2007. Petunjuk Praktis Budi Daya Kentang. AgroMedia Pustaka. Jakarta.
- Suryadi. 2013. Kajian Intersepsi Cahaya Matahari Pada Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) Diantara Tanaman Melinjo Menggunakan Jarak Tanam Berbeda. Jurnal Produksi Tanaman 1(4): 334.
- Sutapradja H. 2008. Pengaruh Jarak Tanam dan Ukuran Umbi Bibit Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kentang Varietas Granola untuk Bibit. Jurnal Hortikultura 18(2):155-159.
- Suwarto, S. Yahya, Handoko, dan M.A. Chozin. 2005. kompetisi tanaman jagung dan ubikayu dalam sistem tumpang sari. Bul. Agron. 33(2): 1-7.
- Syarif, Z. 2005. Studi Karakteristika Biologi/Agronomi Tanaman Kentang yang Ditopang dengan Turus dalam Sistem Tumpangsari Kentang/Jagung dengan Berbagai Waktu Tanam Jagung di Dataran Medium. *Stigma*. 8 (2): 222-227.
- Tantowijoyo, W adn E. van de Fliert. 2006. All About Potatoes. An Ecological Guide to Potato Integrated Crop Management. H. Widagdo and J.W. Ketelaar (Ed). International Potato Centre (CIP-ESEAP Region) and FAO Regional VegetableIPM PSrogram in South and Southeast Asia. 3-4 p.

Tsegay BA, JE Olsen and O Junttila. 2005. Effect of red and far -red light on inhibition of hypocotyl elongation in ecotypes of *Betula pendula* Roth. African Journal of Biotechnology 4(1), 50-56.

Utami, G.R., S.R. Megayani, dan S. Asep. 2015. Penanganan Budidaya Kentang (*Solanum tuberosum* L.) di Bandung, Jawa Barat. Bul Agrohorti. 3(1): 105-104.

Warsana. 2009. Introduksi teknologi tumpangsari jagung dan kacang tanah. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP). Jawa Tengah.

Warsono, I U., Gusti Ayu, K.S., Luluk P.E., Sri, W., Hesti, Eva, O., Endang, H., Rudi, Desyanti, Elis, N.H. dan Suwena, M., 2002. Pertanian Terpadu Suatu Strategi Untuk Mewujudkan Pertanian Kelanjutan. Institut Pertanian Bogor.

Zamroni. 2003. Pengaruh Varietas dan Populasi terhadap Distribusi Bahan Kering Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) pada Pola Tanam Tumpangsari dengan Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz). Skripsi. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

