



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

# **KAJIAN JARAK TANAM GANDUM (*Triticum aestivum* L.) DAN WAKTU TANAM CAISIM (*Brassica rapa* L.) TERHADAP PRODUKTIVITAS TUMPANGSARI GANDUM/CAISIM**

**TESIS**



**RENI ELMIATI  
1121201005**

**PROGRAM PASCASARJANA  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG 2013**

**Kajian Jarak Tanam Gandum (*Triticum aestivum* L.) dan Waktu Tanam Caisim (*Brassica rapa* L.) terhadap Produktivitas Tumpangsari Gandum/Caisim**

Oleh

Reni Elmiati

Dibimbing oleh Prof.Dr.Ir.Zulfadly Syarif, MS dan Prof.Dr.Ir.Auzar Syarif,MS

**RINGKASAN**

Indonesia kedepan dituntut untuk terus meningkatkan ketahanan pangan agar mampu menyediakan pangan yang cukup bagi penduduknya. Gandum (*Triticum aestivum* L.) merupakan salah satu komoditas tanaman pangan yang penting di dunia termasuk di Indonesia karena gandum adalah kelompok tanaman serealea dari suku padi-padian yang kaya karbohidrat. Kebutuhan gandum di Indonesia setiap tahun terus mengalami peningkatan dan selama ini dipenuhi dengan cara mengimpor. Ketergantungan impor dan volume yang besar menyebabkan Indonesia menjadi importir terbesar.

Budidaya gandum merupakan alternatif upaya untuk mengurangi ketergantungan terhadap impor gandum. Di Indonesia gandum akan tumbuh baik pada ketinggian >800 m dpl dan keberadaan tanaman gandum di Indonesia bukan untuk menggeser atau menggantikan atau sebagai kompetitor tanaman pangan lainnya, melainkan sebagai komplemen terhadap sumber pangan yang sudah ada dimasing-masing lokal atau daerah pengembangan.

Gandum bukanlah tanaman asli Indonesia khususnya Sumatera Barat dan petani setempat belum terbiasa untuk melakukan budidaya gandum. Untuk itu perlu dilakukan pendekatan-pendekatan khusus untuk mensosialisasikan budidaya gandum di daerah ini. Salah satu caranya adalah dengan melakukan budidaya gandum yang ditumpangsarikan dengan tanaman yang telah beradaptasi baik dan sudah menjadi kebiasaan petani dalam pengembangannya, misalnya dengan tanaman sayuran seperti caisim.

Caisim atau tsoi sum dan cai xin (Cina) atau cai ngot (Vietnam) atau pakauyai/ pakaukeo (Thailand) atau saishin (Jepang) dengan nama latin *Brassica rapa* var. *parachinensis* merupakan tanaman sayuran daun yang berasal dari Asia dan sudah populer di Indonesia. Caisim termasuk tanaman yang berumur pendek yang dapat dipanen pada umur 40 – 50 hst, sehingga cocok dijadikan tanaman sela pada tumpangsari dengan gandum. Selain itu caisim dan gandum memiliki tipe daun yang berbeda yaitu caisim berdaun lebar sedang gandum berdaun pita.

Tumpangsari merupakan suatu usaha menanam beberapa jenis tanaman pada lahan dan waktu yang sama, yang diatur sedemikian rupa dalam barisan-barisan tanaman. Tumpangsari gandum dan caisim dapat diupayakan. Karena gandum dan caisim tidak sefamili, dimana gandum merupakan famili poaceae sedangkan caisim famili brassicaceae.

Tujuan penelitian : 1) adanya interaksi yang terbaik antara jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim, 2) memperoleh teknologi budidaya gandum dan caisim yang terbaik dalam sistem tumpangsari dan, 3) mengetahui produktivitas tanaman gandum dan caisim yang ditumpangsikan.

Percobaan telah dilaksanakan pada kebun percobaan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Sukarami kabupaten Solok dengan ketinggian 928 m dpl dan laboratorium Fisiologi Tumbuhan Universitas Andalas, Padang. Waktu pelaksanaan percobaan selama 7 bulan, dimulai bulan September 2012 dan diakhiri bulan Maret 2013. Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih gandum genotype IS Jarissa dan benih caisin var. parachinensis. Peralatan yang digunakan mencakup: alat ukur luas daun (*leaf area meter*), timbangan analitis, alat pengering (oven listrik), unit alat pengukur curah hujan, alat untuk pengukur panjang tanaman (meteran), alat untuk panen gandum (pisau biasa dan bergerigi), alat-alat tulis dan alat bantu lainnya yang diperlukan.

Percobaan dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok pola Faktorial 3 x 3 dengan tiga ulangan. Perlakuan merupakan 9 kombinasi lengkap dan 27 satuan percobaan yang terdiri dari dua faktor yaitu: Faktor pertama jarak tanam terdiri dari 3 taraf dan faktor kedua waktu tanam terdiri 3 taraf serta 1 plot monokultur per tanaman per ulangan. Ukuran plot percobaan adalah 150 cm x 500 cm (7,5 m<sup>2</sup>/ plot), jarak antar plot 0,5 m. Jarak plot antar kelompok 0,8 m. Faktor I meliputi jarak tanam gandum dengan tiga taraf (J<sub>1</sub>) 20 cm x 25 cm, (J<sub>2</sub>) 25 cm x 25 cm dan (J<sub>3</sub>) 30 cm x 25 cm. Faktor II meliputi waktu tanam caisim dengan tiga taraf (T<sub>1</sub>) waktu tanam caisim 9 minggu setelah tanam gandum, (T<sub>2</sub>) waktu tanam caisim 10 minggu setelah tanam gandum dan (T<sub>3</sub>) waktu tanam caisim 11 minggu setelah gandum. Sistem tumpangsari pada percobaan ini adalah bentuk tumpangsari row (baris) dengan menyisip satu baris tanaman caisim diantara dua baris tanaman gandum.

Sebagai variabel respons, ditetapkan dari data gandum dan caisim yang dikumpulkan adalah karakteristik pertumbuhan yaitu Indeks Luas daun Rata-rata ( $\overline{ILD}$ ); Laju Tumbuh Tanaman Rata-rata ( $\overline{LTT}$ ) dan Laju Assimilasi Bersih Rata-rata ( $\overline{LAB}$ ). Sebagai karakteristik agronomi meliputi Tinggi tanaman gandum dan caisim; Kandungan klorofil daun caisim yang ditanam secara tumpangsari dan yang ditanam secara tunggal (kandungan klorofil total, klorofil a dan klorofil b), pengamatan dilakukan pada umur 40 hari setelah tanam dengan mengekstraks daun caisim yang masih aktif. Pengamatan hasil dan komponen hasil meliputi Jumlah anakan total per rumpun gandum, Jumlah anakan produktif per rumpun gandum, Panjang malai, Jumlah spikelet per malai, Jumlah bulir per malai, Persentase hampa, bobot 1000 bulir gandum (g), hasil tanaman gandum dan caisim per rumpun (g), hasil tanaman gandum dan caisim per hektar (ton), indek panen (IP) gandum dan caisim. Sebagai aspek pada tumpangsari perhitungan meliputi Land Equivalent Rasio (LER), Area Time Equivalent Rasio (ATER) dan Nisbah Kompetisi (NK).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan berbagai jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim belum memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman gandum. Pada beberapa pengamatan yaitu terhadap pengamatan Indeks Luas daun Rata-rata ( $\overline{ILD}$ ) gandum; Laju Tumbuh Tanaman Rata-rata ( $\overline{LTT}$ ) gandum dan Laju Assimilasi Bersih Rata-rata ( $\overline{LAB}$ ) gandum, kandungan klorofil caisim, dan indek panen caisim menunjukkan hasil analisis ragam berbeda nyata terhadap faktor tunggal saja. Sedangkan hasil penghitungan LER dan ATER diperoleh 1,41 dan 1,14. Hal ini menunjukkan

bahwa sistem tumpangsari lebih menguntungkan dibanding penanaman secara monokultur.


Terhadap perhitungan nisbah kompetisi (NK) diperoleh bahwa NK gandum terhadap caisin lebih besar yaitu rata-rata 1,65 dibandingkan dengan NK caisim terhadap gandum yaitu rata-rata 0,76. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman gandum lebih mampu bersaing dibandingkan tanaman caisim dan tanaman caisim kalah bersaing dengan tanaman gandum.



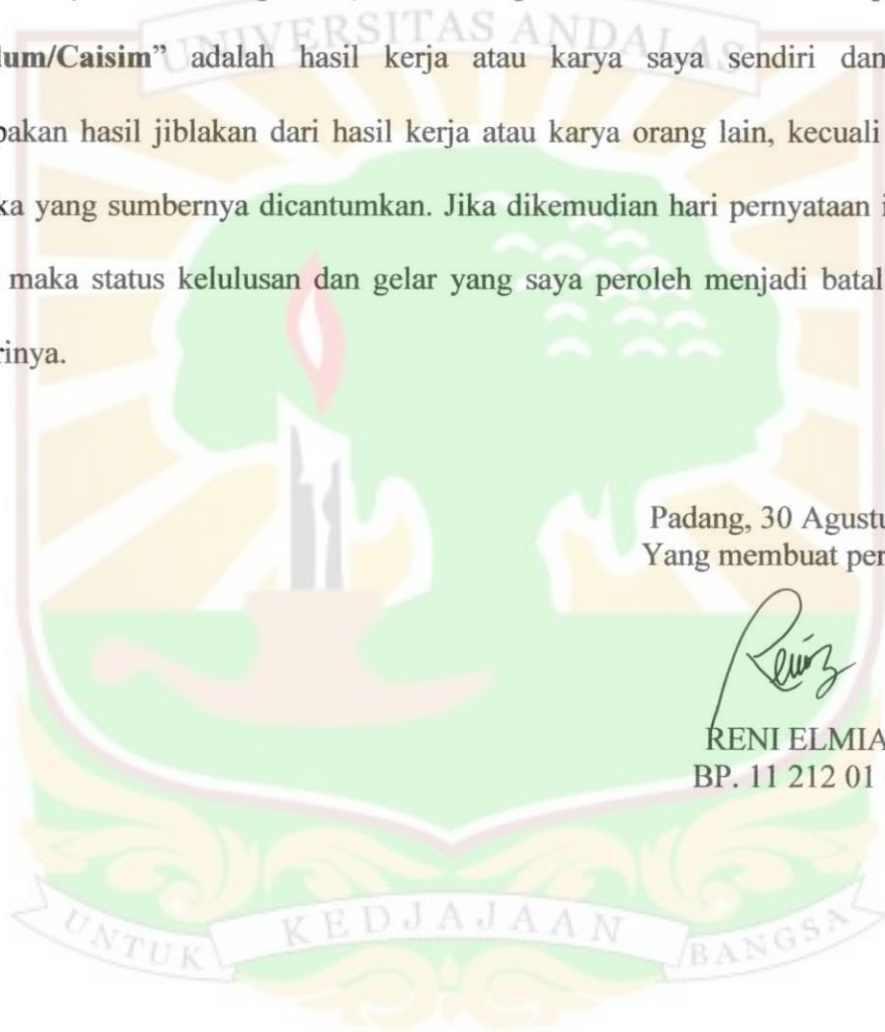
## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi Tesis yang ditulis dengan judul **“Kajian Jarak Tanam Gandum (*Triticum aestivum* L.) Dan Waktu Tanam Caisim (*Brassica rapa* L.) terhadap Produktivitas Tumpangsari Gandum/Caisim”** adalah hasil kerja atau karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil jiplakan dari hasil kerja atau karya orang lain, kecuali kutipan pustaka yang sumbernya dicantumkan. Jika dikemudian hari pernyataan ini tidak benar maka status kelulusan dan gelar yang saya peroleh menjadi batal dengan sendirinya.

Padang, 30 Agustus 2013  
Yang membuat pernyataan



RENI ELMIATI  
BP. 11 212 01 005



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Padang, Sumatera Barat pada tanggal 31 Mei 1978 sebagai anak kedua dari enam bersaudara, dari pasangan H. Bustami (alm) dan Hj. Erlina. Pendidikan Sekolah Dasar (SD) ditempuh di SDN 02 Bandar Buat, lulus tahun 1990. Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama (SLTP) ditempuh di SLTPN 11 Padang, lulus tahun 1993. Sekolah Lanjutan Tingkat Atas (SLTA) ditempuh di SMAKPA, lulus tahun 1997. Pada tahun 1997 penulis diterima di Fakultas Pertanian Universitas Andalas Program Studi Agronomi Jurusan Budidaya Pertanian, dan lulus tahun 2002. Tahun 2004 penulis mengambil Akta Mengajar di Universitas Negeri Jakarta. Kemudian pada tahun 2011 penulis diterima di Pascasarjana Universitas Andalas Program Studi Agronomi dan lulus tahun 2013.

Padang, 30 Agustus 2013

Reni Elmiati



Bismillahirrahmanirrahim...

Segala puji dan syukur

kupersembahkan bagi sang pengenggam

langit dan bumi,

dengan rahman rahim yang menghampar melebihi luasnya angkasa raya.  
Dzat yang menggerakkan kedamaian  
bagi jiwa-jiwa yang senantiasanya merindu akan kemahabesaran-Nya.

Dan seandainya pohon-pohon di bumi menjadi pena dan laut (menjadi tinta),  
di tambahkan kepadanya tujuh laut (lagi) sesudah (kering)nya,  
niscaya tidak akan habis-habisnya (di tuliskan) kalimat Allah,  
sesungguhnya Allah maha perkasa lagi maha bijaksana".  
(Q.S. Al Luqman : 27)



## KATA PENGANTAR

Maha suci Allah yang selalu mencurahkan rahmat dan karuniaNya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul “Kajian Jarak Tanam Gandum (*Triticum aestivum L*) dan Waktu Tanam Caisim (*Brassica rapa L*) terhadap Produktivitas Tumpangsari Gandum/Caisim” dengan baik. Selain itu tiada yang dapat disampaikan kecuali puji syukur kehadirat Illahi Rabbi atas rahmatNya yang tak pernah putus.

Hasil penelitian yang dituangkan dalam bentuk tesis ini dapat penulis selesaikan merupakan bantuan komisi pembimbing. Pada kesempatan ini penulis menghaturkan terima kasih yang tak terhingga kepada Bapak Prof.Dr.Ir.Zulfadly Syarif, MS dan Bapak Prof.Dr.Ir.Auzar Syarif, MS atas saran, arahan dan bimbingan semenjak penyusunan draf proposal hingga penulisan tesis. Selanjutnya ucapan terima kasih yang tulus penulis sampaikan kepada Ketua Jurusan Agronomi, Dekan Fakultas Pertanian dan para Dosen yang tak kalah penting perannya dalam sumbangsih baik moril maupun materil bagi penyelesaian tesis ini.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada rekan-rekan seperjuangan selama melaksanakan penelitian dilapangan juga sangat penting. Kebersamaan yang tak akan pernah terlupakan. Selain itu dukungan dan bantuan tulus yang selalu diberikan keluarga penulis yang tak putus hingga penulis dapat melaksanakan penelitian dengan baik.

Semoga bantuan semua pihak dapat menjadi amal shaleh yang bernilai jariah yang diridhoi Allah SWT. Besar harapan penulis semoga tesis ini memiliki

manfaat bagi pembaca dan sumbangan bagi perkembangan ilmu dan khususnya bidang pertanian karena sukses terbesar dalam hidup adalah ketika yang dilakukan memiliki manfaat yang baik bagi diri, orang lain dan lingkungannya.



Padang, November 2013

Penulis

## DAFTAR ISI

	<u>Halaman</u>
KATA PENGANTAR.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
ABSTRAK.....	xviii
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah.....	5
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Kegunaan/manfaat Penelitian.....	7
1.5 Kerangka Pemikiran.....	7
1.6 Hipotesis Penelitian.....	9
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>10</b>
2.1 Tanaman Gandum ( <i>Triticum aestivum</i> L.).....	10
2.2 Tanaman Caisim ( <i>Brassica rapa</i> L.).....	13
2.3 Budidaya Tanaman Berganda (Multiple Cropping).....	15
<b>III. BAHAN DAN METODE</b> .....	<b>21</b>
3.1 Tempat dan Waktu.....	21
3.2 Bahan dan Alat.....	21
3.3 Metode Percobaan.....	22
3.4 Analisis Data.....	29
3.5 Pelaksanaan Percobaan.....	30
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>34</b>
4.1 Keadaan Umum Selama Percobaan.....	34
4.2 Komponen Pertumbuhan Tanaman Gandum.....	35
4.3 Komponen Hasil Tanaman Gandum.....	44
4.4 Komponen Pertumbuhan Tanaman Caisim.....	56
4.5 Komponen Pertumbuhan Hasil Caisim.....	62
4.6 Komponen Kompetisi Tanaman Gandum dan Caisim.....	66
4.7 Hubungan Antara Komponen Pertumbuhan dan Komponen Hasil dengan Hasil Tanaman.....	69
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>75</b>
5.1 Kesimpulan.....	75
5.2 saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA.....	77
LAMPIRAN.....	82

## DAFTAR TABEL

<u>Tabel</u>	<u>Halaman</u>
1. Indeks Luas Daun Rata-rata ( $\overline{ILD}$ ) Gandum pada umur 14 MST pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim terhadap produktivitas tumpangsari gandum/caisim.....	35
2. Laju Tumbuh Tanaman Rata-rata ( $\overline{LTT}$ ) Gandum pada periode mingguan pada umur 12-14 MST dalam kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim terhadap produktivitas tumpangsari gandum/caisim (data setelah ditransformasi).....	38
3. Laju Assimilasi Bersih Rata-rata ( $\overline{LAB}$ ) Gandum pada periode mingguan pada umur 12-14 MST dengan beberapa jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim (data setelah ditransformasi).....	41
4. Tinggi tanaman gandum pada periode 15 MST dengan beberapa jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim.....	43
5. Jumlah anakan total dan anakan produktif tanaman gandum per rumpun pada beberapa jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim.....	45
6. Panjang malai dan jumlah spikelet per malai tanaman gandum pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim.....	48
7. Jumlah bulir bernas dan persentase hampa per malai pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim.....	49
8. Bobot 1000 bulir gandum pada beberapa jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim.....	51
9. Hasil tanaman gandum per rumpun dan per hektar pada beberapa jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim (data setelah ditransformasi).....	53
10. Indek Panen (IP) gandum pada beberapa jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim.....	54
11. Indeks Luas Daun Rata-rata ( $\overline{ILD}$ ), Laju Asimilasi Bersih ( $\overline{LAB}$ ) dan laju Tumbuh Tanaman ( $\overline{LTT}$ ) Caisim pada umur 5 MST dengan beberapa jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim (data setelah ditransformasi).....	56
12. Tinggi tanaman caisim pada periode 6 MST dengan beberapa jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim.....	58
13. Kandungan klorofil caisim pada umur 6 MST pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim.....	60
14. Hasil tanaman caisim per rumpun dan per hektar pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim.....	63
15. Indek panen caisim pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim.....	65
16. LER dan ATER pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim (data setelah ditransformasi).....	67
17. NK gandum terhadap caisim dan NK caisim terhadap gandum pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim dalam tumpangsari gandum/caisim (data setelah ditransformasi).....	68

## DAFTAR GAMBAR

Gambar

Halaman

1. Indek Luas Daun Rata-rata ( $\overline{ILD}$ ) tanaman gandum periode satu mingguan dengan perlakuan jarak tanam gandum pada umur 4 hingga 14 MST pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim pada sistem tumpangsari gandum/caisim ..... 36
2. Laju Tumbuh Tanaman Rata-rata ( $\overline{LTT}$ ) gandum periode satu mingguan dengan perlakuan waktu tanam caisim pada umur 4 hingga 14 MST pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim pada sistem tumpangsari gandum/caisim..... 39
3. Laju Assimilasi Bersih Rata-rata ( $\overline{LAB}$ ) gandum periode satu mingguan dengan perlakuan waktu tanam caisim pada umur 4 hingga 14 MST pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim pada sistem tumpangsari gandum/caisim..... 42
4. Korelasi kandungan klorofil total daun caisim umur 6 MST dengan  $\overline{ILD}$  caisim pada sistem tumpangsari gandum/caisim dengan berbagai jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim..... 61
5. Struktur jalinan hubungan antara komponen pertumbuhan dan komponen hasil terhadap hasil tanaman gandum pada sistem tumpangsari gandum/caisim..... 71
6. Struktur jalinan hubungan antara komponen pertumbuhan terhadap hasil tanaman caisim pada sistem tumpangsari gandum/caisim. .... 73



## DAFTAR LAMPIRAN

<u>Lampiran</u>	<u>Halaman</u>
1. Jadwal kegiatan percobaan dari bulan September 2012 s/d Maret 2013 .....	82
2. Denah percobaan tumpangsari gandum/caisim dengan berbagai jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim.....	83
3. Tata letak tanaman dalam petak tumpangsari gandum/caisim dengan berbagai jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim.....	84
4. Deskripsi Tanaman.....	85
5. Metode pengukuran kadar klorofil secara Spektrofotometrik.....	86
6. Data curah hujan pada daerah percobaan (Sukarami) sejak bulan September 2012 sampai Maret 2013.....	87
7. Dokumentasi Percobaan.....	88
8. Tabel Sidik Ragam.....	89



## **KAJIAN JARAK TANAM GANDUM (*Triticum aestivum* L.) DAN WAKTU TANAM CAISIM (*Brassica rapa* L.) TERHADAP PRODUKTIVITAS TUMPANGSARI GANDUM/CAISIM**

### **ABSTRAK**

Kajian tumpangsari gandum/caisim dilakukan untuk mengetahui pengaruh jarak tanam gandum (*Triticum aestivum* L.) dan waktu tanam caisim (*Brassica rapa* L.) terhadap produktivitas gandum dan caisim. Caisim ditanam satu baris diantara dua baris gandum. Sebagai pembandingan terhadap hasil, ditanam gandum dan caisim secara tunggal. Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) pola faktorial dengan 3 ulangan. Perlakuan meliputi jarak tanam gandum 20cm x 25cm, 25cm x 25cm dan 30cm x 25cm dan waktu tanam caisim 9 minggu setelah tanam gandum (MSTg), 10 MSTg dan 11 MSTg.

Penelitian dilakukan di lahan percobaan BPTP Sumbar, Arosuka dan laboratorium Fisiologi Tumbuhan Universitas Andalas, Padang pada bulan September 2012 sampai Maret 2013. Hasil penelitian menunjukkan jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim belum memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman gandum dan caisim. Untuk Land Equivalent Rasio (LER) dan Area Time Equivalent Ratio (ATER) menunjukkan sistem tumpangsari gandum/caisim lebih menguntungkan dibandingkan penanaman secara monokultur dengan diperolehnya nilai LER dan ATER >1, sedangkan dari perhitungan Nisbah Kompetisi (NK) tanaman gandum dan caisim diperoleh gandum merupakan komponen dominan dalam sistem tumpangsari gandum/caisim.

**Kata kunci :** tumpangsari, gandum, caisim, produktivitas lahan.



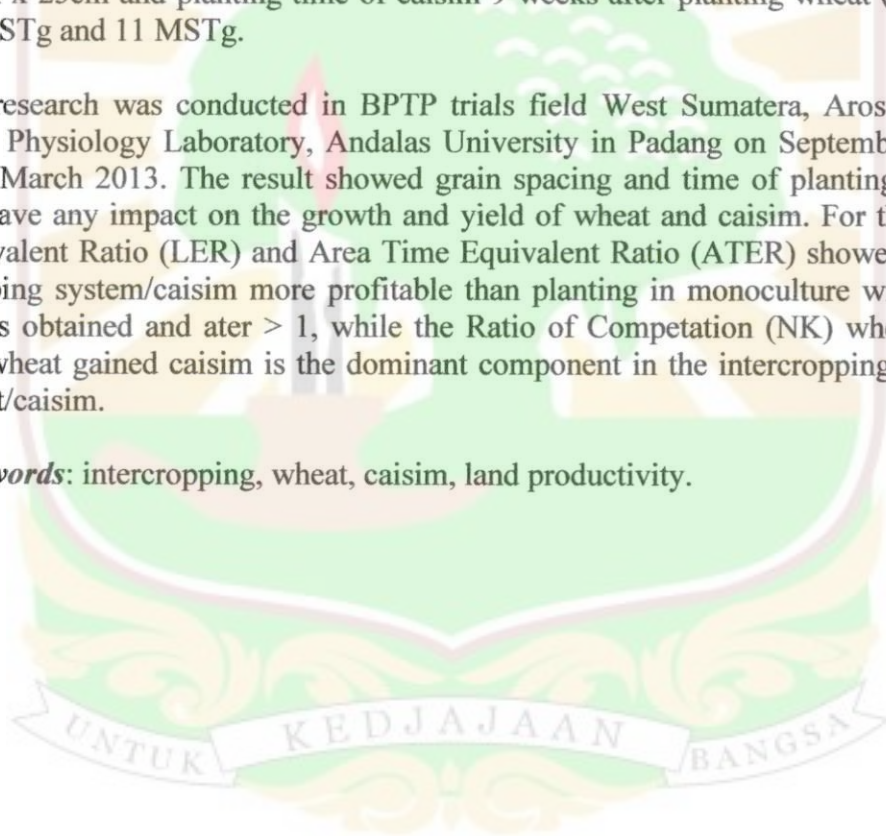
**KAJIAN JARAK TANAM GANDUM (*Triticum aestivum L.*) DAN  
WAKTU TANAM CAISIM (*Brassica rapa L.*) TERHADAP  
PRODUKTIVITAS TUMPANGSARI GANDUM/CAISIM**

**ABSTRACT**

The research of intercropping wheat/caisim conducted to determine the effect of plant spacing of wheat (*Triticum aestivum L.*) and time planting of caisim (*Brassica rapa L.*) on the productivity of wheat and caisim. Caisim planted a row between two rows of what. As a comparison of the results and wheat or caisim planted single. Experiment using a randomized block design (RAK) factorial with 3 replications. Treatment includes grain spacing 20cm x 25cm, 25cm x 25cm and 30cm x 25cm and planting time of caisim 9 weeks after planting wheat (MSTg), 10 MSTg and 11 MSTg.

The research was conducted in BPTP trials field West Sumatera, Arosuka and Plant Physiology Laboratory, Andalas University in Padang on September 2012 until March 2013. The result showed grain spacing and time of planting caisim not have any impact on the growth and yield of wheat and caisim. For the Land Equivalent Ratio (LER) and Area Time Equivalent Ratio (ATER) showed wheat cropping system/caisim more profitable than planting in monoculture with LER values obtained and ater > 1, while the Ratio of Competition (NK) wheat crop and wheat gained caisim is the dominant component in the intercropping system wheat/caisim.

**Key words:** intercropping, wheat, caisim, land productivity.



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Isu strategis yang kini sedang dihadapi dunia adalah perubahan iklim global, krisis pangan dan energi yang berdampak pada kenaikan harga pangan dan energi, sehingga negara-negara pengekspor pangan cenderung menahan produknya untuk dijadikan stok pangan. Mengingat kondisi global tersebut juga terjadi di Indonesia, maka kedepan Indonesia dituntut untuk terus meningkatkan ketahanan pangan agar mampu menyediakan pangan yang cukup bagi penduduknya (Suswono, 2012).

Gandum (*Triticum aestivum* L.) merupakan salah satu komoditas pangan yang penting di dunia termasuk di Indonesia karena gandum adalah kelompok tanaman sereal dari suku padi-padian yang kaya akan karbohidrat. *Triticum aestivum* adalah spesies gandum yang paling banyak ditanam di dunia dan digunakan sebagai bahan baku roti karena mempunyai kadar protein yang tinggi. (Anonim, 2013).

Kebutuhan gandum di Indonesia setiap tahun terus mengalami peningkatan dan selama ini dipenuhi dengan cara mengimpor. Menurut Aptindo (2012), gandum impor yang masuk ke Indonesia periode 2007-2010 diantaranya berasal dari Amerika, Canada, Australia, China dan Rusia. Jenis gandum ini bervariasi yaitu gandum dengan kandungan protein tinggi, sedang dan rendah.

Menurut Helmi (2013), gandum merupakan sumber karbohidrat nomor 2 setelah beras dengan kebutuhan 21 kg/kapita/tahun. Ketergantungan impor (100%) dan volume yang besar dimana impor gandum tahun 2011 sebesar

6,2 juta ton dengan nilai sekitar US\$ 2.5 M. Permintaan gandum setiap tahun meningkat sekitar 10% per tahun, maka 10 tahun kedepan menjadi 2 kali lipat atau sekitar 12 juta ton setara dengan nilai US\$ 5 M, sehingga menyebabkan Indonesia akan menjadi importir terbesar.

Menteri Pertanian Suswono (2012) mengatakan, dalam rangka mengurangi ketergantungan akan gandum yang cukup tinggi, Kementerian Pertanian mencanangkan dalam 5 tahun kemandirian tepung nasional dapat dicapai, sehingga pada akhir tahun 2014 diharapkan mampu mensubstitusi 20% tepung impor atau sekitar 1 juta ton biji gandum setara dengan 860 ribu ton tepung gandum. Pada tahun 2011 telah dilakukan fasilitasi peralatan pengolahan tepung-tepungan sebanyak 26 unit di 26 kabupaten/ kota dengan kapasitas 2 ton per hari.

Budidaya gandum merupakan alternatif upaya untuk mengurangi ketergantungan terhadap impor gandum. Di Indonesia gandum akan tumbuh baik pada ketinggian >800 m dpl dengan kondisi suhu udara 15-25<sup>0</sup>C dan curah hujan <800 mm/musim. Waktu tanam yang tepat untuk gandum adalah pada awal musim kemarau atau akhir musim hujan (Balitsereal, 2013). Keberadaan tanaman gandum di Indonesia bukan untuk menggusur atau menggantikan atau sebagai kompetitor tanaman pangan lainnya, melainkan sebagai komplemen terhadap sumber pangan yang sudah ada dimasing-masing lokal atau daerah pengembangan (Murdono, 2013).

Di Sumatera Barat gandum tumbuh baik pada daerah-daerah dataran tinggi di atas 800 m dpl, karena iklim daerah tersebut sangat menunjang

pertumbuhan gandum seperti daerah Alahan Panjang, Sukarami, Bukittinggi dan Padang Panjang. Karena gandum merupakan tanaman yang berasal dari daerah subtropis, maka diperlukan pengujian adaptasi dan upaya teknologi budidaya yang intensif supaya dapat tumbuh baik di Indonesia khususnya Sumatera Barat. Pengujian ini sudah dimulai sejak beberapa tahun yang lalu, dan memberikan informasi bahwa beberapa genotipe gandum yang berasal dari Slovakia dapat tumbuh dan berproduksi baik.

Gandum bukanlah tanaman asli Indonesia khususnya Sumatera Barat dan petani setempat belum terbiasa untuk melakukan budidaya gandum. Untuk itu perlu dilakukan pendekatan-pendekatan khusus untuk mensosialisasikan budidaya gandum di daerah ini. Salah satu caranya adalah dengan melakukan budidaya gandum yang ditumpangsarikan dengan tanaman yang telah beradaptasi baik dan sudah menjadi kebiasaan petani dalam pengembangannya, misalnya dengan tanaman sayuran seperti caisim.

Caisim atau tsoi sum dan cai xin (Cina) atau cai ngot (Vietnam) atau pakauyai/ pakaukeo (Thailand) atau saishin (Jepang) dengan nama latin *Brassica rapa* var. *parachinensis* (Anonim, 2009) merupakan tanaman sayuran daun yang berasal dari Asia dan sudah populer di Indonesia. Menurut Sunarjono (2011) caisim dan sawi (*Brassica juncea*) kadang sukar dibedakan. Tanaman sawi mempunyai batang pendek dan lebih langsing sedangkan caisim daunnya halus, tidak berbulu, relatif lebih kuat dan kropnya tidak kompak (tidak berkrop).

Caisim termasuk tanaman yang berumur pendek yang dapat dipanen pada umur 40 – 50 hst, sehingga cocok dijadikan tanaman sela pada tumpangsari

dengan gandum. Selain itu caisim dan gandum memiliki tipe daun yang berbeda yaitu caisim berdaun lebar sedang gandum berdaun berbentuk pita.

Menurut Warsana (2009), tumpangsari merupakan suatu usaha menanam beberapa jenis tanaman pada lahan dan waktu yang sama, yang diatur sedemikian rupa dalam barisan-barisan tanaman. Penanaman dengan cara ini bisa dilakukan pada dua atau lebih jenis tanaman yang relatif seumur. 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.

Pada umumnya sistem tumpangsari lebih menguntungkan dibandingkan sistem monokultur karena produktivitas lahan menjadi lebih tinggi, jenis komoditas yang dihasilkan beragam, hemat dalam pemakaian sarana produksi dan resiko kegagalan dapat diperkecil. Keuntungan secara agronomis dalam sistem ini dapat dievaluasi dengan cara menghitung Nisbah Kesetaraan Lahan (NKL). Nilai ini menggambarkan efisiensi lahan, yaitu nilainya  $>1$  berarti menguntungkan (Beets, 1982). Menurut Vandermeer (1989) dalam Pinem (2011), sistem tumpangsari dapat meningkatkan produktivitas lahan pertanian jika jenis-jenis tanaman yang dikombinasikan dalam sistem ini membentuk interaksi saling menguntungkan.

Tumpangsari antara tanaman gandum dan caisim dapat diupayakan karena gandum dan caisim tidak sefamili, dimana gandum merupakan famili poaceae sedangkan caisim dari famili brassicaceae. Diharapkan tumpangsari antara gandum dan caisim ini dapat meningkatkan produktifitas hasil penen dan

lahan menjadi lebih produktif karena kedua komoditas ini memiliki syarat tumbuh yang relatif sama yaitu tanaman yang dapat tumbuh dan berproduksi baik di daerah dataran tinggi sehingga besar kemungkinan dapat saling menunjang pertumbuhan dan hasil tanaman.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis telah melakukan percobaan dengan judul “Kajian jarak tanam gandum (*Triticum aestivum* L.) dan waktu tanam caisim (*Brassica rapa* L.) terhadap produktifitas tumpangsari gandum/caisim”.

## 1.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah

Impor gandum adalah salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan gandum nasional yang menyebabkan Indonesia tergantung pada negara pengekspor gandum dunia. Untuk mengurangi ketergantungan tersebut, perlu diupayakan suatu teknologi budidaya gandum salah satunya adalah dengan sistem budidaya tanaman berganda seperti sistem tumpangsari. Menurut Marthiana dan Baharsyah (1981), masalah yang timbul dalam sistem ini adalah persaingan antara tanaman dalam pengambilan unsur hara, air dan cahaya.

Tumpangsari tanaman gandum dengan tanaman yang telah beradaptasi baik dan membutuhkan syarat tumbuh yang relatif sama, salah satunya adalah dengan tanaman caisim. Caisim merupakan tanaman semusim yang membutuhkan hara dan ruang yang cukup selama pertumbuhannya, sehingga perlu diketahui waktu tanam caisim yang tepat supaya kompetisi antara tanaman caisim dan gandum tidak saling merugikan.

Selain waktu tanam, jarak tanaman yang secara langsung mempengaruhi populasi tanaman juga mempengaruhi kompetisi tanaman dalam pengambilan hara, air dan cahaya. Menurut Kartasapoetra (1988), persaingan antar tanaman dalam mendapatkan air ataupun cahaya matahari berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif, sehingga jarak tanam yang lebih lebar akan lebih memacu pertumbuhan vegetatif tanaman.

Untuk itu teknologi budidaya tumpangsari yang dikembangkan harus selalu mengacu pada minimalisasi kompetisi terhadap berbagai faktor tumbuh, baik kompetisi antar spesies tanaman yang sama (*intra-specific competition*), kompetisi antar bagian tanaman (*inter-plant competition*) dan kompetisi antara spesies tanaman yang berbeda (*inter-specific competition*) (Kadekoh, 2007).

Dari uraian tersebut di atas, maka salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam rangka optimalisasi teknologi budidaya gandum adalah dengan pengaturan jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim dalam sistem tumpangsari antara tanaman gandum dan caisim guna untuk meningkatkan produktivitas lahan dan menurunkan resiko gagal panen.

Masalah yang telah diidentifikasi dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Apakah perbedaan jarak tanam dan waktu tanam berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman dalam sistem tumpangsari gandum/caisim.
2. Berapakah jarak tanam dan waktu tanam yang terbaik yang dapat memberikan hasil tanaman gandum dan caisim yang optimal dalam sistem tumpangsari gandum/caisim.

3. Bagaimanakah produktifitas hasil tanaman gandum dan caisim yang ditumpangsarikan dibandingkan dengan produktifitas secara monokultur.

### **1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian**

Adapun maksud penelitian ini adalah dengan perlakuan jarak tanam dan waktu tanam yang berbeda dapat memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tumpangsari gandum/caisim serta dapat meningkatkan produktifitas tanaman yang ditumpangsarikan. Sedangkan tujuan penelitian adalah

1. Adanya interaksi yang terbaik antara jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim.
2. Memperoleh teknologi budidaya gandum dan caisim yang terbaik dalam sistem tumpangsari.
3. Mengetahui produktifitas tanaman gandum dan caisim yang ditumpangsikan

### **1.4 Kegunaan/manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang teknologi budidaya tanaman gandum yang ditumpangsarikan dengan caisim sehingga dapat meningkatkan produktivitas tanaman serta produktifitas lahan dan menurunkan resiko kegagalan panen terutama pengembangan di daerah Arosuka, Kabupaten Solok, Sumatera Barat.

### **1.5 Kerangka Pemikiran**

Sebagai salah satu upaya untuk menurunkan impor gandum dari beberapa negara Eropah yang telah disebutkan di atas, maka perlu diupayakan pengujian

budidaya gandum di Indonesia. Dimana syarat tumbuh tanaman gandum dapat dipenuhi pada beberapa wilayah di Indonesia yaitu daerah dataran tinggi di atas 800m dpl. Usaha ini harus terus dilakukan untuk mendapatkan teknologi budidaya tanaman gandum yang terbaik untuk kemudian dapat diterapkan dikalangan masyarakat petani di dataran tinggi.

Upaya teknologi budidaya untuk meningkatkan hasil tanaman sekaligus meningkatkan produktifitas lahan pertanian salah satunya adalah dengan sistem tumpangsari. Diharapkan dengan sistem ini dapat memberikan pertumbuhan dan hasil tanaman yang ditumpangsarikan dalam hal ini adalah tanaman gandum dan caisim lebih baik.

Teknologi budidaya yang akan diterapkan adalah dengan pengaturan jarak tanam gandum yang berpengaruh langsung terhadap kerapatan populasi tanaman dan pengaturan waktu tanam caisim. Menurut Pinem (2011), waktu tanam dan populasi kacang tanah berpengaruh sangat nyata terhadap hasil rata-rata tanaman kacang tanah per hektar. Interaksi antara waktu tanam kacang tanah bersamaan dengan jagung dan populasi kacang tanah 190.476 rumpun/ha, memberikan hasil rata-rata kacang tanah tertinggi pada sistem tumpangsari jagung/kacang tanah yaitu 1,590 ton/ha atau turun sekitar 28,56% dari rata-rata tanaman kacang tanah yang ditanam secara tunggal yaitu 2,226 ton/ha.

Selain pengaturan jarak tanam, pengaturan waktu tanam juga mempengaruhi kompetisi antar tanaman. Menurut Beets (1982), pengaruh waktu tanam adalah salah satu cara untuk memperkecil persaingan antar jenis tanaman dalam sistem tumpangsari. Pada beberapa penelitian keuntungan sistem

tumpangsari yang tinggi dicapai apabila tanaman yang lebih lemah dalam persaingan ditanam lebih dahulu untuk memberikan kesempatan mengembangkan pertumbuhannya dan selanjutnya untuk dapat mendukung tingginya hasil tumpangsari. Menurut Sullivan, 2003, ketika dua atau lebih tanaman tumbuh bersama-sama, masing-masing harus memiliki ruang yang memadai untuk memaksimalkan kerjasama dan meminimalkan persaingan di antara dua tanaman tersebut.

### **1.6 Hipotesis**

Berdasarkan kerangka pemikiran di atas dapat dirumuskan hipotesis sebagai berikut :

1. Pengaturan jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim dapat memberikan produktifitas yang optimal terhadap hasil tanaman gandum dan caisim pada pola tanam tumpangsari gandum/caisim.
2. Pengaturan jarak tanam gandum yang tepat dapat memberikan pertumbuhan dan hasil yang optimal terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman gandum dan caisim pada sistem tumpangsari gandum/caisim.
3. Pengaturan waktu tanam caisim yang tepat dapat memberikan hasil yang optimal terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman gandum dan caisim pada sistem tumpangsari gandum/caisim.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 1.1. Tanaman Gandum (*Triticum aestivum* L.)

Gandum merupakan salah satu komoditas serealia sebagai komoditi pangan alternatif dalam upaya mendukung ketahanan pangan. Gandum ditanam di dataran tinggi (ketinggian di atas 800 m dpl) terutama yang beriklim kering dan lahan marginal. Di Indonesia gandum ternyata dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik karena tergolong beriklim tropis tetapi terbatas ditanam di dataran tinggi. Tanaman gandum merupakan tanaman yang tahan kekeringan dan paling cocok diusahakan pada musim kemarau (Sukamto, 2013).

Gandum dapat diklasifikasikan berdasarkan tekstur biji gandum (*kernel*), warna kulit biji (*bran*), dan musim tanam. Berdasarkan tekstur *kernel*, gandum diklasifikasikan menjadi *hard*, *soft*, dan *durum*. Sementara itu berdasarkan warna *bran*, gandum diklasifikasikan menjadi *red* (merah) dan *white* (putih). Namun, secara umum gandum diklasifikasikan menjadi *hard wheat*, *soft wheat* dan *durum wheat*. Dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan, gandum diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae (tumbuhan-tumbuhan)
Divisi	: Magnoliophyta (tumbuhan berbunga)
Kelas	: Liliopsida (biji berkeping satu/monokotil)
Ordo	: Poales
Famili	: Poaceae
Genus	: <i>Triticum</i>
Species	: <i>Triticum aestivum</i> L. (Anonim, 2013).

### 2.1.1 Syarat Tumbuh Gandum

Gandum sebagai tanaman alternatif rotasi dengan tanaman kentang dengan tujuan memutus siklus hama/penyakit pada tanaman kentang/kobis. Syarat tumbuh tanaman gandum : ketinggian > 800 m diatas permukaan laut, curah hujan 254-762 mm/tahun, Suhu Optimum 20-25°C, pH 6-8 (Dinas Pertanian Tanaman Pangan Kabupaten Pasuruan, 2011).

Intensitas radiasi surya sangat mempengaruhi jumlah malai per satuan luas, jumlah bulir isi per malai dan rata-rata bobot bulir. Makin tinggi intensitas radiasi surya maka akan mempercepat laju fotosintesis sehingga akan meningkatkan pembentukan malai (Tobing, 1987). Tanaman gandum termasuk dalam famili poaceae ini membutuhkan lama penyinaran selama 9 – 12 jam/hari dengan intensitas penyinaran lebih dari 60% untuk dapat berfotosintesis (Direktorat Budidaya Serealea, 2008).

Tekstur tanah yang cocok untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman memiliki jalur fotosintesis bersiklus C3 ini adalah lempung berdebu atau lempung liat. Namun gandum juga dapat tumbuh pada tanah bertekstur pasir hingga liat dengan sistem drainase baik dan solum tanah yang dalam (Tobing, 1987). Tanaman gandum kurang baik pertumbuhannya pada daerah yang mempunyai temperatur dan kelembaban yang tinggi. Di daerah khatulistiwa, gandum dapat tumbuh baik pada ketinggian 1600 m dpl dengan curah hujan 500 – 700 mm. Tanaman gandum di Indonesia tumbuh baik mulai pada ketinggian 900 m dpl (Dirjen Bina Produksi Tanaman Pangan, 2001).

### 2.1.2 Morfologi Tanaman Gandum

Morfologi biji gandum pada umumnya, *kernel* berbentuk ofal dengan panjang 6–8 mm dan diameter 2–3 mm. Seperti jenis sereal lainya, gandum memiliki tekstur yang keras. Biji gandum terdiri dari tiga bagian yaitu bagian kulit (*bran*), bagian endosperma, dan bagian lembaga (*germ*). Bagian kulit dari biji gandum sebenarnya tidak mudah dipisahkan karena merupakan satu kesatuan dari biji gandum tetapi bagian kulit ini biasanya dapat dipisahkan melalui proses penggilingan (Anonim, 2013).

Batang tanaman gandum tegak, berbentuk silinder dan membentuk tunas. Ruas-ruasnya pendek dan buku-bukunya berongga. Pada tanaman dewasa terdiri dari rata-rata enam ruas. Tinggi tanaman gandum atau panjang batang dipengaruhi oleh sifat genetik dan lingkungan tumbuh. Daun pertama gandum, berongga dan berbentuk silinder, diselimuti plumula yang terdiri dari dua sampai tiga helai daun. Helai daun gandum tersusun dalam setiap batang dimana setiap daun membentuk sudut  $180^\circ$  dengan daun lainnya. Daun telinga berwarna pucat atau kemerah-merahan, sedangkan lidah daun tidak berwarna, tipis, halus, dan berujung bulu-bulu (Dirjen Bina Produksi Tanaman Pangan, 2001).

Pembungaan pada tanaman gandum bersifat majemuk. Kumpulan bunga gandum (*spikelets*) bertumpuk satu sama lain pada malai. Tiap *spikelet* terdiri dari beberapa bulir dan kulit ari (*lemma* dan *palea*). Pada dasar *spikelet*, terdapat *glume* yang umumnya halus. Umumnya setiap *spikelet* menghasilkan dua hingga tiga biji (*kenel*). Ujung bulir membentuk rambut-rambut yang panjang bervariasi

dan berfungsi sebagai penahan kekurangan air bila terjadi kekeringan. Bentuk bulir gabah mulai dari lonjong hingga agak bundar (Nasir, 1987).

## 2.2 Tanaman Caisin (*Brassica rapa* L.)

Caisin merupakan jenis sayuran daun yang dikenal juga sebagai caisin, sawi hijau atau sawi bakso. Caisin atau sawi merupakan sayuran daun yang tumbuh di daerah panas maupun sejuk. Tanaman ini bisa tumbuh baik pada ketinggian 0 hingga 1200 meter dpl. Hasil terbaik untuk budidaya caisin adalah di dataran tinggi. Namun kebanyakan petani melakukan budidaya caisin pada ketinggian 100-500 meter dpl (Alamtani, 2013).

Sistematika tanaman caisin atau sawi (*Brassica rapa* L.) adalah :

Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Brassicales
Famili	: Brassicaceae
Genus	: Brassica
Spesies	: <i>Brassica rapa</i> L.

(Anonim, 2013).

### 2.2.1 Syarat Tumbuh Budidaya Caisin

Caisin atau sawi (*Brassica sinensis* L.) merupakan sayuran daun yang tumbuh di daerah panas maupun sejuk. Tanaman ini bisa tumbuh baik pada ketinggian 0 hingga 1200 meter dpl. Hasil terbaik untuk budidaya caisin adalah di dataran tinggi. Namun kebanyakan petani melakukan budidaya caisin pada ketinggian 100-500 meter dpl (Alamtani, 2013).

Persyaratan tumbuh bagi jenis komoditi ini tidak terlalu sulit. Caisin dapat tumbuh dan beradaptasi baik hampir disemua jenis tanah, baik pada tanah-tanah mineral yang berstruktur ringan sampai liat berat maupun tanah organik seperti tanah gambut. pH tanah yang optimal untuk budidaya caisin berkisar antara 6 - 4,5 dan temperatur yang optimum bagi pertumbuhan caisin 15-20<sup>0</sup>C (Alexander J Rieuwpassa, 2011).

Tidak seperti sayuran daun lain, budidaya caisim relatif tahan terhadap air hujan, sehingga dapat ditanam sepanjang tahun. Dengan syarat drainase kebun tertata dengan baik dan area tanaman tidak tergenang air. Budidaya caisim lebih efektif dilakukan melalui tahapan persemaian terlebih dahulu (Alamtani, 2013).

### 2.2.2 Morfologi Tanaman Caisim

*Brassica rapa* L. (sinonim *B. campestris*) adalah salah satu spesies dari suku sawi-sawian (Brassicaceae, dulu dikenal sebagai Cruciferae). Spesies ini amat beragam penampilannya, sehingga diperlukan pengelompokan di bawah spesies (infraspesifik) untuk memperjelas posisi setiap macamnya. Di dalamnya terdapat kelompok sayuran daun (misalnya sawi dan "rubsen"), sayuran umbi (dipanen umbi akarnya seperti turnip), pakan ternak, serta penghasil minyak (dari bijinya) (Anonim, 2013).

Daun tanaman caisim berbentuk bulan dan lonjong, lebar dan sempit, ada yang berkerut-kerut (keriting), tidak berbulu, berwarna hijau muda, hijau keputih-putihan sampai hijau tua. Daun memiliki tangkai daun panjang dan pendek, sempit atau lebar, berwarna putih sampai hijau, bersifat kuat dan halus. Pelepah daun tersusun saling membungkus dengan pelepah-pelepah daun yang lebih muda

tetapi tetap terbuka. Daun memiliki tulang-tulang daun yang menyirip dan bercabang-cabang (Nurshanti, 2009).

Akar tanaman caisim memiliki sistem perakaran akar tunggang (*radix primaria*) dan cabang-cabang akar yang bentuknya bulat panjang (silindris), menyebar ke seluruh arah pada kedalaman antara 30-50 cm. Akar-akar ini berfungsi menyerap unsur hara dan air dari dalam tanah serta menguatkan berdirinya batang tanaman (Haryanto *et al*, 2003).

Tanaman caisim memiliki batang (*caulis*) yang pendek dan beruas, sehingga hampir tidak kelihatan. Batang bawah berfungsi sebagai alat pembentuk dan penopang berdirinya daun. Sawi caisim umumnya berdaun dengan struktur daun halus, tidak berbulu. Daun sawi membentuk seperti sayap dan bertangkai panjang yang berbentuk pipih (Rahmat, 2007).

Bunga sawi tersusun dalam tangkai bunga yang tumbuh memanjang (tinggi) dan bercabang banyak. Setiap kuntum bunga terdiri dari empat helai kelopak, empat helai mahkota berwarna kuning cerah, empat helai benang sari dan satu buah putik yang berongga dua. Penyerbukan bunga sawi dapat berlangsung dengan bantuan serangga lebah maupun bantuan manusia. Hasil penyerbukan ini akan membentuk buah yang berisi biji. Sementara itu, buah sawi termasuk tipe buah polong yakni berbentuk memanjang dan berongga (Haryanto *et al*, 2003).

### **2.3 Budidaya Tanaman Berganda (Multiple Cropping)**

Multiple cropping atau sistem tanam ganda merupakan usaha petanian untuk mendapatkan hasil panen lebih dari satu kali dari jenis atau beberapa jenis pada sebidang tanah yang sama dalam satu tahun. Ada beberapa jenis multiple

cropping, seperti mixed cropping, relay planting, intercropping dan lain-lain. Intercropping atau tumpangsari merupakan salah satu jenis multiple cropping yang paling umum dan sering dilakukan oleh petani di Indonesia. Biasanya pada system tumpangsari, hasil dari masing-masing jenis tanaman akan berkurang apabila dibandingkan dengan sistem monokultur, tetapi hasil secara keseluruhan lebih tinggi (Wibowo, 2013).

Ada empat dasar pengaturan yang digunakan dalam tumpangsari. Sistem yang paling mudah adalah sebagai berikut : *Row intercropping*, menanam dua atau lebih jenis tanaman dalam satu barisan pada waktu yang bersamaan. *Strip intercropping* adalah menanam dua atau lebih tanaman bersama-sama dalam baris yang cukup lebar untuk memungkinkan produksi tanaman terpisah menggunakan mesin tapi cukup dekat untuk tanaman berinteraksi. *Mixed intercropping*, menanam dua atau lebih jenis tanaman bersamaan dalam satu lahan tanpa ada pengaturan baris maupun jarak tanam. *Relay intercropping*, pola tanam dengan menyisipkan satu atau beberapa jenis tanaman selain tanaman pokok (dalam waktu tanaman yang bersamaan atau waktu yang berbeda) (Sullivan, 2003).

Pada umumnya di Indonesia, kepemilikan lahan petani adalah lahan sempit. Semakin sempit luas pemilikan lahan pertanian menyebabkan semakin dibutuhkan teknik (sistem) bertanam yang lebih efisien. Salah satu teknik untuk memenuhi harapan tersebut adalah intercropping ataupun penanaman campuran. Teknik tersebut dikenal juga dengan tumpangsari yaitu usaha menanam sebidang tanah dengan lebih dari satu jenis tanaman yang tumbuh bersama dengan jarak

antar dan pada barisan yang teratur. Waktu tanam dapat bersamaan atau berbeda, namun tidak melewati waktu berbunga.

Waktu tanam dalam sistem tumpangsari sangat berperan, terutama bagi tanaman yang peka terhadap naungan. Oleh karena itu waktu tanam tanaman utama dan tanaman yang ditumpangsarikan perlu diatur agar pada periode kritis pertumbuhan, persaingan dapat ditekan (Syarif, 2004). Selain pengaturan waktu tanam, sistem jarak tanam pun harus diperhitungkan karena akan mempengaruhi kerapatan populasi tanaman.

Penentuan kerapatan tanaman atau populasi pada suatu areal tanah merupakan salah satu cara untuk mendapatkan hasil tanaman yang maksimum. Pengaturan kerapatan tanaman sampai batas tertentu ditujukan untuk dapat memanfaatkan lingkungan tumbuh secara efisien. Kerapatan tanaman berkaitan erat dengan jumlah radiasi matahari yang diserap tanaman. Pengaturan kerapatan tanaman memegang peran penting, sehingga persaingan terhadap sinar matahari dapat dikurangi dan tanaman dapat menggunakan sinar matahari secara efisien (Misbar, 1994).

Sistem jarak tanam mempengaruhi cahaya, CO<sub>2</sub>, angin dan unsur hara yang diperoleh tanaman sehingga akan berpengaruh pada proses fotosintesa yang pada akhirnya memberikan pengaruh yang berbeda pada parameter pertumbuhan dan produksi jagung (Barri, 2003). Sedangkan menurut Pinem (2011), waktu tanam dan populasi kacang tanah berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil rata-rata biji kacang tanah.

Ketika dua atau lebih tanaman tumbuh bersamaan akan terjadi interaksi, masing-masing tanaman harus memiliki ruang yang cukup untuk memaksimalkan kerjasama (cooperation) dan meminimumkan kompetisi (competition) (Sullivan, 2003). Interaksi sering terjadi antara dua jenis tanaman yang tumbuh pada jarak yang paling dekat dan interaksi ini berakibat kepada pertumbuhan dan perkembangan dan bahkan hasil tanaman (Pinem, 2011).

Interaksi dan kompetisi yang terjadi antara jenis tanaman dalam satu lahan dapat diukur dengan menghitung rasio kompetisi tanaman. Menurut Langat M.C., *et al.* (2006) rasio kompetisi (CR) merupakan daya saing tanaman-tanaman dalam sistem tumpangsari, rasio kompetisi dihitung dengan persamaan berikut :

$$CR_a = \frac{Y_{ab}}{Y_{aa}} x Z_{ab} + \frac{Y_{ba}}{Y_{bb}} x Z_{ba} \quad \text{dan} \quad CR_b = \frac{Y_{ba}}{Y_{bb}} x Z_{ba} + \frac{Y_{ab}}{Y_{aa}} x Z_{ab}$$

Dimana :

- CRa = Rasio kompetisi tanaman a
- CRb = Rasio kompetisi tanaman b
- Yab = Hasil tanaman a dalam tumpangsari
- Yba = Hasil tanaman b dalam tumpangsari
- Yaa = Hasil tanaman monokultur a
- Ybb = Hasil tanaman monokultur b
- Zab = Luas area tanaman a dalam tumpangsari ab
- Zba = Luas area tanaman b dalam tumpangsari ba

Sedangkan menurut Willey dan Rao (1980), formula untuk menghitung rasio kompetisi atau nisbah kompetisi (NK) sebagai berikut :

$$NK_g = \left[ \frac{NKL_g}{NKL_c} \right] \left[ \frac{Z_c}{Z_g} \right] \quad \text{dan} \quad NK_c = \left[ \frac{NKL_c}{NKL_g} \right] \left[ \frac{Z_g}{Z_c} \right]$$

Keterangan lambang huruf dalam persamaan di atas :

$NK_g$  = Nisbah Kompetisi tanaman gandum

$NK_c$  = Nisbah Kompetisi tanaman caisim

$NKL_g$  = Nisbah kesetaraan lahan gandum (nisbah hasil gandum dalam tumpangsari dengan hasil tanaman tunggal gandum)

$NKL_c$  = Nisbah kesetaraan lahan caisim (nisbah hasil caisim dalam tumpangsari dengan hasil tanaman tunggal caisim)

$Z_g$  = Luas lahan relatif yang ditempati oleh gandum

$Z_c$  = Luas lahan relatif yang ditempati oleh caisim

Suatu alasan utama menanam dua atau lebih tanaman secara simultan adalah untuk menjamin tercapainya peningkatan produktifitas dan diversifikasi hasil per satuan luas dibanding dengan menanam tanaman secara monokultur. Perkiraan tingkat pengembalian oleh lahan (*land return*) yang berasal dari hasil tanaman monokultur dan dari masing-masing tanaman yang ditanam secara polikultur, bentuk perhitungan untuk memperkirakannya disebut dengan Nisbah Kesetaraan Lahan (NKL), dimana hasil tanaman tumpangsari dibagi dengan hasil tanaman yang ditanam secara monokultur dan dari hasil masing-masing tanaman yang ditanam secara tumpangsari (Mead & Willey, 1980 dan Sullivan, 2003).

Namun menurut Thobatsi (2009), NKL tidak memberikan hasil dari biomassa atau nilai yang tepat dari hasil tanaman, malahan ini hanya menggambarkan keuntungan maupun kerugian hasil dari sistem tumpangsari dibanding dengan tanaman monokultur, dan disisi faktor waktu untuk tanaman siap panen kurang diperhatikan. Karena konsep NKL tidak memasukkan faktor-faktor waktu kedalamnya, maka perhitungan Nisbah kesetaraan waktu pemanfaatan lahan (NKWPL) atau yang biasa disebut Area time equivalent ratio

(ATER) digunakan untuk memperkirakan keuntungan dari sistem tumpangsari terutama ketika tanaman memiliki masa matang yang sangat berbeda.

Perkiraan dari NKL mengasumsikan bahwa lahan tempat dimana tanaman yang lebih dahulu dipanen tidak akan ditanami kembali hingga tanaman yang terakhir di panen. Ini sangat umum dalam praktek tumpangsari bahwa tajuk tanaman yang terakhir siap panen akan menyebar menutupi seluruh bagian areal lahan, tetapi dalam kasus tanaman monokultur, tanaman lainnya akan segera ditanam setelah tanaman sebelumnya dipanen (Fukai, 1993). Salah satu cara untuk mengatasi batasan ini adalah dengan menghitung hasil tanaman per hari sebagai *area time equivalent ratio* (ATER) (Hiebsch & McCollum, 1987)

Sistem tanam tumpangsari mempunyai banyak keuntungan yang tidak dimiliki pada pola tanam monokultur. Beberapa keuntungan pada pola tumpangsari antara lain: 1) akan terjadi peningkatan efisiensi (tenaga kerja, pemanfaatan lahan maupun penyerapan sinar matahari), 2) populasi tanaman dapat diatur sesuai yang dikehendaki, 3) dalam satu areal diperoleh produksi lebih dari satu komoditas, 4) tetap mempunyai peluang mendapatkan hasil manakala satu jenis tanaman yang diusahakan gagal dan 5) kombinasi beberapa jenis tanaman dapat menciptakan beberapa jenis tanaman dapat menciptakan stabilitas biologis sehingga dapat menekan serangan hama dan penyakit serta mempertahankan kelestarian sumber daya lahan dalam hal ini kesuburan tanah. (Warsana, 2009).

### III. BAHAN DAN METODE

#### 3.1 Tempat dan Waktu

Percobaan pada penelitian ini telah dilaksanakan pada Kebun Percobaan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Arosuka Kabupaten Solok dengan ketinggian 928 m dpl dan Laboratorium Fisiologi Tumbuhan Universitas Andalas, Padang. Waktu pelaksanaan percobaan selama 6 bulan, dimulai bulan September 2012 dan diakhiri bulan Maret 2013 (Lampiran 1).

#### 3.2 Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih gandum genotype IS Jarissa dan benih caisin var.parachinensis (deskripsi Lampiran 4), ajir dari bambu panjang 40 cm sebagai penanda. Sarana produksi pertanian (saprotan) yang digunakan terdiri dari : Komponen pupuk yaitu pupuk Urea (43% N) 250 kg ha<sup>-1</sup>, Pupuk SP36 (36% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 250 kg ha<sup>-1</sup> dan KCL (49,80% K<sub>2</sub>O) 100 kg ha<sup>-1</sup>. Pestisida, yaitu Insektisida (Furadan 3G), Fungisida (Dithane M-45, ) dan Herbisida (Gramasone).

Alat-alat utama yang digunakan mencakup: alat ukur luas daun (*leaf area meter*), timbangan analitis, alat pengering (oven listrik), unit alat pengukur curah hujan, alat untuk pengukur panjang tanaman (meteran), alat untuk panen gandum (pisau biasa dan bergerigi), alat-alat tulis dan alat bantu lainnya yang diperlukan.

### 3.3 Metode Percobaan

Percobaan dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok pola Faktorial 3 x 3 dengan tiga ulangan. Perlakuan merupakan kombinasi lengkap (9) sehingga terdapat 27 satuan percobaan yang terdiri dari dua faktor yaitu: faktor pertama jarak tanam terdiri dari 3 taraf dan faktor kedua waktu tanam terdiri 3 taraf serta 1 plot monokultur per tanaman per ulangan. Total jumlah plot 33 satuan percobaan. Ukuran plot percobaan adalah 150 cm x 500 cm ( $7,5 \text{ m}^2$ / plot), jarak antar plot 0,5 m. Jarak plot antar kelompok 0,8 m.

Faktor I : jarak tanam gandum (J) dengan tiga taraf ( $J_1$ ,  $J_2$ , dan  $J_3$ ) :

1.  $J_1 = 20 \text{ cm} \times 25 \text{ cm}$
2.  $J_2 = 25 \text{ cm} \times 25 \text{ cm}$
3.  $J_3 = 30 \text{ cm} \times 25 \text{ cm}$

Faktor II : waktu tanam caisim (T) dengan tiga taraf ( $T_1$ ,  $T_2$ , dan  $T_3$ ) :

1.  $T_1 =$  Waktu tanam caisim 9 minggu setelah tanam gandum
2.  $T_2 =$  Waktu tanam caisim 10 minggu setelah tanam gandum
3.  $T_3 =$  Waktu tanam caisim 11 minggu setelah tanam gandum.

Sistem tumpangsari pada percobaan ini adalah bentuk tumpangsari row (baris) dengan menyisip satu baris tanaman caisim diantara dua baris tanaman gandum (Lampiran 2).

**Tabel populasi tanaman yang diperlukan:**

No.	Faktor Pertama	Faktor Kedua			Populasi mono gandum/plot	Populasi mono caisim per plot	
	Taraf waktu tanam	Populasi gandum/plot					populasi caisim/plot
		20 x 25 (J1)	25 x 25 (J2)	25 x 30 (J3)	J2	J2	J2
1.	9 MSTG (T1)	100	80	64	40	120	120
2.	10 MSTG (T2)	100	80	64	40	120	120
3.	11 MSTG (T3)	100	80	64	40	120	120

No	Tanaman	Jml plot		Jml populasi (rumpun)		
		Poli	Mono	Poli	Mono	Total populasi
1.	Gandum	27	3	2196	360	2556
2.	Caisim		3	1080	360	1440

### 3.3.1 Variabel respons

Sebagai variabel respons, ditetapkan dari data gandum dan caisim yang dikumpulkan adalah karakteristik pertumbuhan yaitu;

1. Indeks Luas daun Rata-rata ( $\overline{ILD}$ );
2. Laju Tumbuh Tanaman Rata-rata ( $\overline{LTT}$ ) dan
3. Laju Assimilasi Bersih Rata-rata ( $\overline{LAB}$ );

Sebagai karakteristik agronomi;

4. Tinggi tanaman gandum dan caisim;
5. Kandungan klorofil daun caisim yang ditanam secara tumpangsari dan yang ditanam secara tunggal (kandungan klorofil total, klorofil a dan klorofil b), pengamatan dilakukan pada umur 40 hari setelah tanam dengan mengekstraks

daun caisim yang masih aktif (cara kerja menghitung klorofil disajikan pada Lampiran 5);

Sebagai hasil dan komponen hasil;

6. Jumlah anakan total per rumpun gandum,
7. Jumlah anakan produktif per rumpun gandum,
8. Panjang malai,
9. Jumlah spikelet per malai,
10. Jumlah bulir per malai;
11. Persentase hampa,
12. Bobot 1000 bulir gandum (g),
13. Hasil tanaman gandum dan caisim per rumpun (g),
14. Hasil tanaman gandum dan caisim per hektar (ton),
15. Indek panen (IP) gandum dan caisim.

Sebagai aspek dalam perhitungan pada tumpangsari :

16. Land Equivalent Rasio (LER),
17. Area Time Equivalent Rasio (ATER),
18. Nisbah Kompetisi (NK) dan
19. Korelasi/keceratan hubungan antara komponen pertumbuhan dan komponen hasil terhadap hasil tanaman.

Indeks Luas Daun Rata-rata ( $\overline{ILD}$ ) mingguan merupakan nisbah antara luas daun dengan luas lahan yang ditumbuhi oleh tanaman tersebut selama periode waktu tertentu yang menggambarkan rata-rata (mingguan) kemampuan

tanaman menyerap radiasi matahari untuk proses fotosintesis, dihitung dengan menggunakan persamaan oleh Singh *et al*, (1987) :

$$\overline{ILD} = \frac{LD}{A} \quad (\text{cm}^2\text{m}^{-2}) \quad \text{----- (1)}$$

Laju Tumbuh Tanaman Rata-rata ( $\overline{LTT}$ ) merupakan laju pertambahan berat kering biomassa total tanaman per satuan luas tanah per satuan waktu rata-rata selama periode waktu tertentu. Pengamatan dilakukan selama 5 kali dengan periode dua minggu dimulai pada periode minggu ke 5 hingga minggu ke 15 dihitung dengan persamaan menurut Hunt (1979) sebagai berikut :

$$\overline{LTT} = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1} \times \frac{1}{A} \quad (\text{g m}^{-2}\text{minggu}^{-1}) \quad \text{----- (2)}$$

Laju Assimilasi Bersih Rata-rata ( $\overline{LAB}$ ) mingguan merupakan laju pertambahan bahan kering total tanaman per satuan luas daun per satuan waktu selama periode waktu tertentu yang menggambarkan rata-rata (mingguan) laju fotosintesis bersih (kapasitas tanaman mengakumulasi bahan kering) per  $\text{cm}^2$  luas daun per minggu. Pengamatan dilakukan selama 5 kali dengan periode dua minggu dimulai pada periode minggu ke 5 hingga minggu ke 15 dihitung dengan persamaan menurut Gregory (1962) sebagai berikut :

$$\overline{LAB} = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1} \times \frac{\log LD_2 - \log LD_1}{LD_2 - LD_1} \quad (\text{g m}^{-2}\text{minggu}^{-1}) \quad \text{----- (3)}$$

Arti lambang huruf dalam rumus butir (1), (2), dan (3) adalah :

$W_2$  = bobot kering total tanaman pada waktu  $t_2$ ,

$W_1$  = bobot kering total tanaman pada waktu  $t_1$ ,

$LD_2$  = luas daun tanaman pada waktu  $t_2$ ,

$LD_1$  = luas daun tanaman pada waktu  $t_1$ ,

$t_2$  = waktu pengamatan berikutnya,

$t_1$  = waktu pengamatan sebelumnya, dan

$A$  = luas area tempat tumbuh tanaman.

Tinggi tanaman diukur dari atas permukaan tanah sampai daun terpanjang menggunakan meteran setiap minggu dimulai pada minggu ke 3 hingga minggu ke 15 pada tanaman gandum, sedangkan pada tanaman caisim, tinggi tanaman diukur mulai minggu ke 2 hingga minggu ke 6 . Untuk memperoleh data variabel lain, dilakukan pengukuran, penimbangan, atau perhitungan.

Kandungan klorofil daun tanaman caisim diukur pada saat tanaman berumur 6 minggu setelah tanam. Pengukuran dilakukan di Laboratorium Fisiologi Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Prosedur pengukuran menurut Arnom (1949) dalam Pinem (2011), dan perhitungan kandungan klorofil dengan menggunakan koefisien absorpsi spesifik yang telah ditentukan oleh McKinney (1941) (Lampiran 5).

Klorofil adalah pigmen utama yang berfungsi menyerap cahaya dan mengubahnya menjadi energi kimia yang dibutuhkan dalam mereduksi karbon dioksida menjadi karbohidrat dalam proses fotosintesis (Lakitan, 1993). Klorofil pada tumbuhan ada dua macam yaitu klorofil a dan klorofil b, perbedaan kecil antara struktur kedua klorofil pada sel keduanya terikat pada protein, klorofil a

biasanya untuk sinar hijau biru. Sementara klorofil b untuk sinar kuning dan hijau (Santoso, 2004). Spektrofotometri adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan kadar protein (Dwijoseputro, 1994).

Jumlah anakan total per rumpun pada tanaman gandum mulai dihitung pada saat tanaman berumur 7 minggu hingga umur 15 minggu setelah tanam, sedangkan jumlah anakan produktif per rumpun merupakan anakan yang menghasilkan malai, dihitung pada saat panen dengan menghitung jumlah malai per rumpun tanaman gandum, sekaligus mengukur panjang malai yang ada per rumpun.

Tiap malai yang dihitung, juga dihitung jumlah spikeletnya, dimana umumnya setiap spikelet menghasilkan dua hingga tiga biji (kenel). Selain itu juga dihitung jumlah bulir bernas per malai. Setelah diperoleh bulir bernas, kemudian ditimbang bobot 1000 bulir gandum dalam satuan gram.

Pengamatan hasil tanaman gandum dan caisim per rumpun juga dilakukan pada saat setelah panen dengan menggunakan 5 rumpun tanaman sebagai sampel per petak. Sedangkan hasil tanaman gandum dan caisim per hektar dihitung dengan mengkonversikan dari hasil tanaman gandum maupun caisim per petak percobaan.

Indek panen (IP) gandum dan caisim dihitung dengan membandingkan berat biji atau hasil panen dengan berat brangkasan kering gandum dan berat brangkasan basah untuk caisim.

Land Equivalent Rasio (LER) atau Nisbah Kesetaraan Lahan (NKL) dan Area Time Equivalent Rasio (ATER) atau Nisbah Kesetaraan Waktu Pemanfaatan

Lahan (NKWPL) dihitung untuk mengetahui efisiensi pemanfaatan sumber daya lahan pada sistem tanam tumpangsari, LER dapat dihitung menggunakan persamaan Mead dan Willey (1980) yaitu :

$$LER = \frac{Y_{ab}}{Y_{aa}} + \frac{Y_{ba}}{Y_{bb}} \quad (4)$$

Dan persamaan untuk menghitung ATER menurut Hiebsch dan McCollum (1987) yaitu:

$$ATER = \frac{(Y_{ab} / Y_{aa})xT_a + (Y_{ba} / Y_{bb})xT_b}{T} \quad (5)$$

Keterangan lambang huruf dalam persamaan (4) dan (5) adalah :

- $Y_{ab}$  = Hasil tanaman a dalam tumpangsari
- $Y_{ba}$  = Hasil tanaman b dalam tumpangsari
- $Y_{aa}$  = Hasil tanaman monokultur a
- $Y_{bb}$  = Hasil tanaman monokultur b
- $T_a$  = Waktu untuk tanaman a dalam tumpangsari
- $T_b$  = Waktu untuk tanaman b dalam tumpangsari
- $T$  = Total waktu pada sistem tumpangsari

Penghitungan LER dan ATER dilakukan setelah mendapatkan data hasil tanaman/ hasil panen gandum dan caisim baik yang ditanam secara tumpangsari maupun monokultur.

Kompetisi antar spesies dalam sistem tumpangsari dinyatakan melalui Nisbah Kompetisi (NK). Nisbah Kompetisi (NK) adalah hasil kali antara

perbandingan NKL masing-masing tanaman tumpangsari dengan perbandingan luas lahan relatif yang ditempati masing-masing tanaman tumpangsari tersebut (Willey dan Rao, 1980).

Formula untuk menghitung NK sebagai berikut :

$$NK_g = \left[ \frac{NKL_g}{NKL_c} \right] \left[ \frac{Z_c}{Z_g} \right] \quad (6)$$

$$NK_c = \left[ \frac{NKL_c}{NKL_g} \right] \left[ \frac{Z_g}{Z_c} \right] \quad (7)$$

Keterangan lambang huruf dalam persamaan (6) dan (7) adalah :

- NK<sub>g</sub> = Nisbah Kompetisi tanaman gandum
- NK<sub>c</sub> = Nisbah Kompetisi tanaman caisim
- NKL<sub>g</sub> = Nisbah kesetaraan lahan gandum (nisbah hasil gandum dalam tumpangsari dengan hasil tanaman tunggal gandum)
- NKL<sub>c</sub> = Nisbah kesetaraan lahan caisim (nisbah hasil caisim dalam tumpangsari dengan hasil tanaman tunggal caisim)
- Z<sub>g</sub> = Luas lahan relatif yang ditempati oleh gandum
- Z<sub>c</sub> = Luas lahan relatif yang ditempati oleh caisim

### 3.4 Analisis data

Model statistika yang dipakai untuk melihat pengaruh kedua faktor perlakuan terhadap pertumbuhan dan hasil adalah sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + W_j + P_k + (WP)_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

- $Y_{ijk}$  = respon pertumbuhan dan hasil terhadap waktu tanam ke-j, jumlah populasi ke-k dan blok ke-i

- $\mu$  = nilai tengah perlakuan  
 $\beta_i$  = pengaruh blok ke- $i$ ,  $i=1,2,3$   
 $W_j$  = pengaruh jarak tanam gandum ke- $j$ ,  $j = 1,2,3$   
 $P_k$  = pengaruh waktu tanam caisim ke- $k$ ,  $k = 1,2,3$   
 $(WP)_{jk}$  = pengaruh interaksi jarak tanam ke- $j$  dan waktu tanam ke- $k$   
 $\epsilon_{ijk}$  = pengaruh pengacakan.

Data hasil pengamatan dianalisis secara statistik dan sidik ragam, dilanjutkan dengan uji beda jarak berganda duncan (duncan's multiple range test / DNMRT) pada taraf  $\alpha = 5\%$  dengan menggunakan software statistical analysis system (SAS).

### 3.5 Pelaksanaan Percobaan

#### 3.5.1 Persiapan lahan

Pengolahan lahan dilakukan 2 minggu sebelum tanam. Pengolahan tanah terlebih dahulu dilakukan dengan mencangkul tanah sedalam 25-30 cm. Setelah tanah dicangkul, dibiarkan/diangin-anginkan. Pengolahan tanah kedua dilakukan seminggu kemudian dengan membentuk bedengan dengan ukuran 150 cm x 500 cm sebanyak 27 plot polikultur dan 6 plot untuk monokultur. Diantara bedengan dibuat selokan selebar 50 cm dan sedalam 25 cm. Tanah dari galian selokan diambil dan ditaburkan di atas bedengan sehingga menambah tinggi bedengan. Permukaan bedengan dihaluskan dan diratakan.

Penggemburan tanah dilakukan agar bongkahan tanah menjadi butiran yang lebih halus. Kemudian tanah diangin-anginkan selama 7 hari agar terhindari

dari unsur-unsur beracun yang kemungkinan ada di dalam tanah. Penempatan masing-masing plot percobaan dapat dilihat pada denah (Lampiran 2).

### 3.5.2 Penanaman dan pemupukan

Penanaman benih gandum pada guludan dilakukan secara tugal dengan kedalaman 3 cm dari atas permukaan tanah. Benih dimasukkan kedalam lubang tanam dengan jarak sesuai perlakuan diatas petak percobaan sebanyak 2-3 benih per lubang tanam. Taburi Furadan pada lobang tanam, kemudian ditutup dengan tanah. Pemberian Furadan untuk mencegah benih diserang hama/penyakit yang berasal dari dalam tanah.

Untuk penanaman caisim dilakukan setelah bibit caisim berumur 10 hari setelah di persemaian. Bibit yang digunakan adalah bibit yang memiliki ukuran yang sama atau yang diseleksi dari persemaian yaitu telah memiliki 3-4 helai daun. Penanaman bibit caisim pada petak percobaan setelah gandum berumur 9, 10 dan 11 minggu (sesuai perlakuan). Jarak tanam yang digunakan adalah 25 x 25 cm dengan 1 bibit per lobang tanam. Tanaman yang dijadikan sampel pengamatan terdiri dari 5 rumpun untuk tanaman gandum dan 5 tanaman caisim yang diambil secara acak pada petak destruktif.

Pemberian pupuk kandang dengan dosis 20 ton ha<sup>-1</sup> setara dengan 15 kg/petak (7,5 m<sup>2</sup>) disebarakan pada saat pengolahan tanah, Agar dapat berproduksi maksimal, gandum perlu di beri pupuk secara teratur. Kebutuhan pupuk gandum adalah urea 200 kg/ha, SP36 200 kg/ha serta KCl 100 kg/ha. Pemupukan dilakukan 2 kali yaitu pada saat tanaman berumur ±10 hari setelah tanam (hst) sebanyak 100 kg urea, 100 kg SP36 dan 50 kg KCl. Pemupukan kedua dilakukan

pada saat tanaman berumur  $\pm 30$  hst dengan dosis yang sama yaitu 100 kg urea, 100 kg SP36 dan 50 kg KCl.

### 3.5.3 Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman gandum dan caisim meliputi penyulaman, penyiangan, pengairan/penyiraman, pembumbunan dan pemberantasan hama/penyakit. Untuk mencegah serangan hama dan penyakit tanaman mulai dari saat tanam sampai lima belas hari sebelum panen hasil dilakukan penyemprotan dengan insektisida dan fungisida yang sudah tersedia. Sebelum tanam tanah diberi kurater untuk mencegah serangan hama yang berasal dari dalam tanah. Gulma yang tumbuh di antara tanaman gandum dikendalikan dengan cara dicabuti agar tidak mengganggu akar tanaman dan gulma pada bagian parit/ruang antar plot disemprot dengan herbisida gramasone. Serangan jamur pada tanaman gandum diatasi menggunakan fungisida dithane M-45.

Penyiangan dilakukan pada saat tanaman berumur satu bulan dan sebelum pemupukan susulan I, dilakukan secara manual dengan mencabut gulma yang tumbuh.

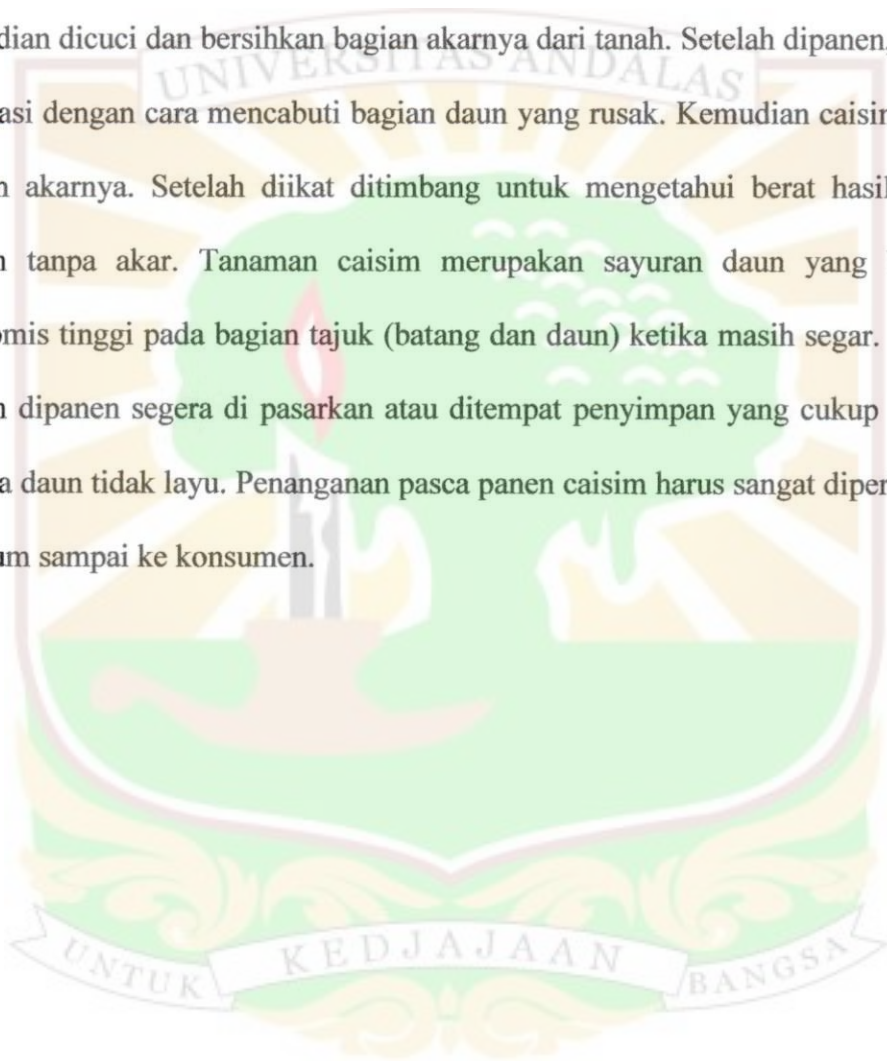
### 3.5.4 Panen

Gandum yang siap panen (IS Jarissa) telah berumur 153 hari dengan ciri-ciri tanaman siap panen sebagai berikut :

1. Pada prinsip panen dilakukan ketika biji sudah masak morfologi maupun masak fisiologi (biji sudah keras dan berwarna kuning coklat mengkilap dengan kadar air biji 12-14% dan spike sudah melengkung tajam).
2. Sekam (lemma dan palea) yang menutupi biji gandum telah mengering.

3. Panen dilakukan pada keadaan cuaca cerah, karena akan sangat membantu dalam perontokan biji.

Panen tanaman caisim dilakukan pada saat tanaman telah berumur 40 hari setelah tanam di lapangan/petak percobaan. Caisim dipanen dengan cara dicabut, kemudian dicuci dan bersihkan bagian akarnya dari tanah. Setelah dipanen, caisim disortasi dengan cara mencabuti bagian daun yang rusak. Kemudian caisim diikat bagian akarnya. Setelah diikat ditimbang untuk mengetahui berat hasil panen caisim tanpa akar. Tanaman caisim merupakan sayuran daun yang bernilai ekonomis tinggi pada bagian tajuk (batang dan daun) ketika masih segar. Setelah caisim dipanen segera di pasarkan atau ditempat penyimpanan yang cukup lembab supaya daun tidak layu. Penanganan pasca panen caisim harus sangat diperhatikan sebelum sampai ke konsumen.



## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Keadaan Umum Selama Percobaan

Lokasi percobaan adalah Kebun BPTP Sumatera Barat, Arosuka, Kabupaten Solok dengan ketinggian tempat 928 m dari permukaan laut. Percobaan diawali dengan penanaman benih gandum pada awal September 2012 hingga Maret 2013 dan penanaman bibit caisim pada bulan Desember 2012. Rata-rata curah hujan selama percobaan tumpangsari gandum/caisim di lapangan adalah berturut-turut 67, 139, 327, 391, 271, 240 dan 282mm (Lampiran 6).

Menurut Irwan (2010) kebutuhan air bagi tanaman diperlukan dari sejak fase perkecambahan sampai fase matang susu, dengan jumlah dan distribusi yang merata. Pada fase kuning sampai panen, tidak diperlukan tambahan air, bahkan cuaca cerah dan panas dapat mempercepat pematangan. Tanaman gandum merupakan tanaman yang paling sedikit memerlukan air secara relatif.

Kondisi curah hujan pada saat penanaman gandum kurang menguntungkan bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman gandum, namun sangat cocok untuk penanaman caisim. Tanaman gandum membutuhkan rata-rata curah hujan 254-762 mm/tahun sedangkan caisim selama pertumbuhannya membutuhkan air yang cukup, sehingga caisim sangat baik ditanam pada musim penghujan. Dokumentasi percobaan pada Lampiran 7.

## 4.2. Komponen Pertumbuhan Tanaman Gandum

Komponen pertumbuhan tanaman gandum meliputi : Indeks luas daun rata-rata, laju tumbuh tanaman, laju asimilasi bersih dan tinggi tanaman gandum.

Secara lebih rinci akan dijabarkan satu per satu sebagai berikut :

### 4.2.1 Indeks Luas Daun Rata-rata ( $\overline{ILD}$ )

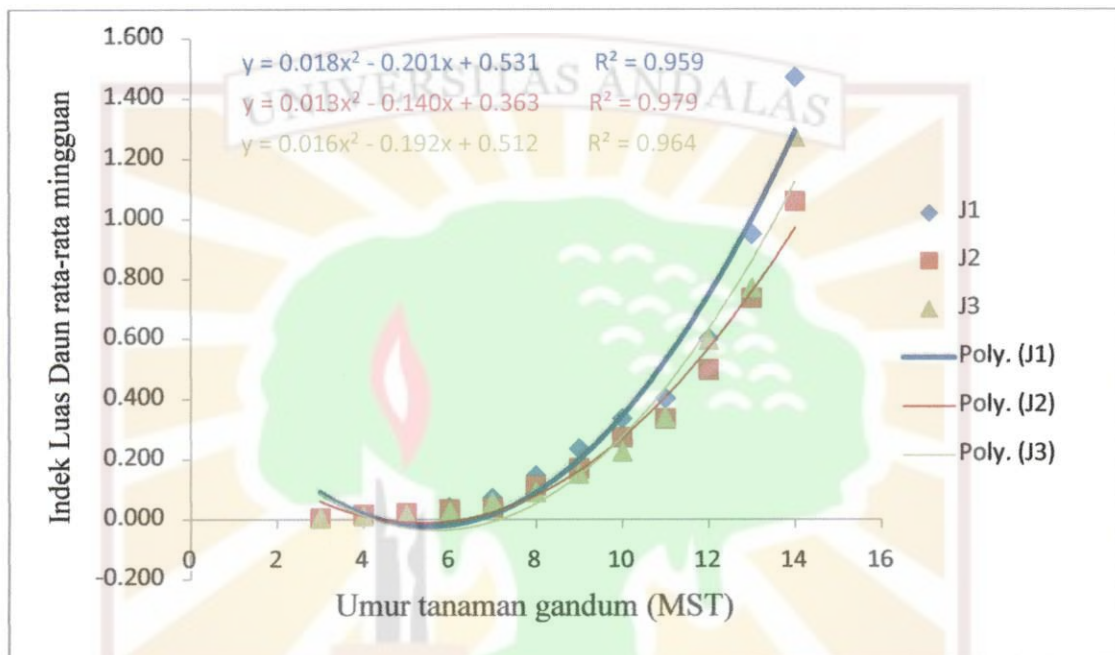
Indeks Luas Daun Rata-rata ( $\overline{ILD}$ ) tanaman gandum pada umur 14 minggu setelah tanam (MST) belum menunjukkan ada interaksi antara jarak tanam gandum dengan waktu tanam caisim. Akan tetapi nilai  $\overline{ILD}$  gandum hanya bergantung kepada pengaturan jarak tanam, dimana gandum dengan jarak tanam 20x25 cm adalah yang tertinggi dan sama tinggi dengan jarak tanam 30x25 cm (Tabel 2 ; Lampiran 8a1). Data  $\overline{ILD}$  gandum pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 1.

**Tabel 1.** Indeks Luas Daun Rata-rata ( $\overline{ILD}$ ) Gandum pada umur 14 MST pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim terhadap produktivitas tumpangsari gandum/caisim.

Jarak tanam (J) pada tanaman gandum (cm)	$\overline{ILD}$ Gandum			
	Waktu tanam caisim setelah gandum (T) Minggu setelah tanam gandum (MSTg)			Rata-rata
	9	10	11	
20 x 25	1,54	1,33	1,55	1,47 a
25 x 25	1,13	1,23	0,82	1,06 b
30 x 25	1,30	1,24	1,28	1,27 ab
KK = 29,39%				

Keterangan : Berdasarkan sidik ragam hanya jarak tanam gandum yang berbeda nyata menurut uji F. Angka-angka pada lajur yang sama yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT pada taraf 5%.

Selanjutnya perkembangan  $\overline{ILD}$  tanaman gandum periode satu mingguan umur 4 – 14 MST terhadap pengaturan jarak tanam gandum pada tumpangsari gandum/caisim dapat dilihat pada Gambar 1 berikut :



Keterangan : J1 = jarak tanam gandum 20x25cm; J2 = jarak tanam gandum 25x25cm ; J3 = jarak tanam gandum 30x25cm

**Gambar 1.** Indek Luas Daun Rata-rata ( $\overline{ILD}$ ) tanaman gandum periode satu mingguan dengan perlakuan jarak tanam gandum pada umur 4 hingga 14 MST pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim terhadap produktivitas tumpangsari gandum/caisim.

Bergantungnya perkembangan  $\overline{ILD}$  gandum pengamatan pada umur 14 MST diduga karena dengan jarak tanam yang lebih rapat maka indek luas daun akan semakin tinggi yaitu pada jarak tanam 20x25cm, sedangkan pada jarak 25x25cm menunjukkan  $\overline{ILD}$  yang terendah. Hal ini disebabkan karena pada jarak tanam tersebut kompetisi tanaman yang ditumpangsarikan cukup tinggi yang mempengaruhi penurunan luas daun, sedangkan pada jarak yang lebih lebar yaitu

30x25cm kompetisi tanaman yang ditumpangsarikan lebih menurun dibandingkan dengan yang lainnya. Fenomena ini disebabkan karena ruang lingkungan akar yang cukup untuk mengabsorpsi nutrisi dari dalam tanah sehingga mempengaruhi terhadap peningkatan luas daun.

Indek luas daun merupakan nisbah antara luas daun hijau yang aktif berfotosintesis dengan luas lahan yang ditumbuhi oleh tanaman tersebut selama periode waktu tertentu yang menggambarkan rata-rata (mingguan) (Gardner *et al.*, 1991). Menurut Marta (2013), Nilai ILD dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Kondisi lingkungan yang mempengaruhi adalah populasi atau jarak tanam dan intensitas cahaya. Dihilangkan bahwa peningkatan jumlah benih per lobang tanam mampu meningkatkan nilai ILD, dengan ILD tertinggi pada 3 benih per lobang tanam yaitu 2,78. Indek luas daun merupakan indikator yang menunjukkan potensi tanaman melakukan fotosintesis dan produktif tanaman di lapangan.

#### 4.2.2. Laju Tumbuh Tanaman Rata-rata ( $\overline{LTT}$ )

Laju Tumbuh Tanaman Rata-rata ( $\overline{LTT}$ ) tanaman gandum pada umur 14 MST menunjukkan bahwa dengan berbagai jarak tanam gandum yang diaplikasikan belum memperlihatkan peningkatan  $\overline{LTT}$ , akan tetapi perbedaan hanya terdapat diantara waktu tanam caisim yang ditanam pada jarak tanam gandum dalam sistem tumpangsari gandum/caisim. Data  $\overline{LTT}$  gandum pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim dapat dilihat pada Tabel 2; Gambar 2; Lampiran 8a2.

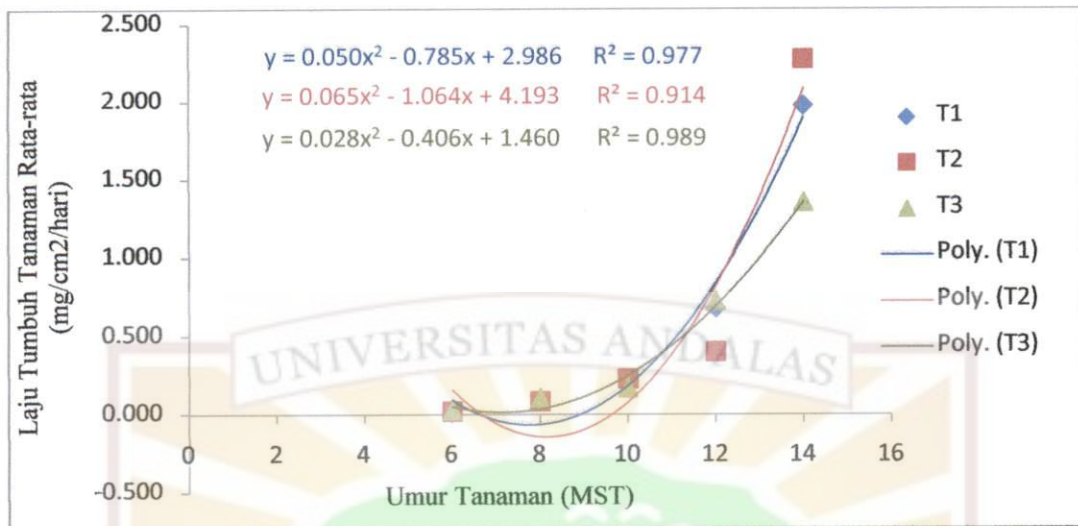
**Tabel 2.** Laju Tumbuh Tanaman Rata-rata ( $\overline{LTT}$ ) Gandum periode mingguan pada umur 12-14 MST dalam kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim terhadap produktivitas tumpangsari gandum/caisim (data setelah ditranformasi).

Jarak tanam (J) pada tanaman gandum (cm)	$\overline{LTT}$ Gandum (mg/cm <sup>2</sup> /hari)		
	Waktu tanam caisim setelah gandum (T) Minggu setelah tanam gandum (MSTg)		
	9	10	11
20 x 25	1,41	1,32	1,06
25 x 25	1,29	1,32	0,87
30 x 25	1,44	1,70	1,44
Rata-rata	1,38 AB	1,45 A	1,12 B
KK = 22,54%			

Keterangan : Berdasarkan sidik ragam hanya waktu tanam caisim yang berbeda nyata menurut uji F. Angka-angka pada baris yang sama yang diikuti oleh huruf besar yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT pada taraf 5%.

Pada Tabel 2, nilai  $\overline{LTT}$  tertinggi diperoleh pada waktu tanam caisim 10 MSTg yaitu 1,45 mg/cm<sup>2</sup>/hari dan sama tinggi dengan waktu tanam caisim 9 MSTg yaitu 1,38 mg/cm<sup>2</sup>/hari. Sedangkan waktu tanam caisim 9 dengan 11 MSTg nilai  $\overline{LTT}$  juga sama tinggi dalam kondisi jarak tanam berapapun gandum ditanam pada sistem tumpangsari gandum/caisim. Laju Tumbuh Tanaman Rata-rata ( $\overline{LTT}$ ) merupakan laju pertambahan berat kering biomassa total tanaman per satuan luas tanah per satuan waktu rata-rata selama periode waktu tertentu.

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa laju tumbuh tanaman rata-rata tanaman gandum dari umur 4 MST hingga umur 12 MST menunjukkan cenderung belum ada peningkatan, tetapi setelah memasuki umur 12 MST terjadi peningkatan laju pertumbuhan tanaman.



Keterangan : T1 = waktu tanam caisim 9 minggu setelah tanam gandum (MSTg) ; T2 = waktu tanam caisim 10 MSTg ; T3 = waktu tanam caisim 11 MSTg.

**Gambar 2.** Laju Tumbuh Tanaman Rata-rata ( $\overline{LTT}$ ) gandum periode 1 mingguan dengan perlakuan waktu tanam caisim pada umur 4MST hingga 14MST pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim pada sistem tumpangsari gandum/caisim.

Laju tumbuh tanaman berkaitan dengan berat kering (biomassa) tanaman.

Hal ini menunjukkan bahwa setelah tanaman berumur 12 MST biomassa tanaman meningkat pesat, disebabkan laju fotosintesis menghasilkan fotosintat lebih tinggi dibandingkan pada awal pertumbuhan tanaman.

Menurut Salisbury dan Ross (1995) pola pertumbuhan yang diekspresikan dalam bobot bahan kering merupakan kurva pertumbuhan berbentuk huruf-S (Sigmoid) yang pada periode pertumbuhan tertentu laju pertumbuhan pada awalnya lambat dan selanjutnya terjadi peningkatan sampai periode tertentu. Setelah itu laju pertumbuhan tanaman akan menurun dengan bertambahnya umur tanaman (memasuki fase penuaan). Gardner *et al.* (1991) menjelaskan LTT berhubungan erat dengan intersepsi radiasi matahari. Hal yang sama juga

disampaikan Syarif (2004) bahwa peningkatan laju tumbuh tanaman rata-rata seiring dengan peningkatan indek luas daun rata-rata karena fenomena ini berkaitan dengan intersepsi radiasi matahari.

#### 4.2.3. Laju Assimilasi Bersih Rata-rata ( $\overline{LAB}$ )

Laju Assimilasi Bersih Rata-rata ( $\overline{LAB}$ ) tanaman gandum pada saat umur 14 MST seperti yang ditunjukkan Tabel 3 dan Lampiran 8a3, tidak bergantung pada berapapun jarak tanam gandum yang diterapkan, akan tetapi hanya bergantung pada perlakuan waktu tanam caisim. Seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3 bahwa waktu tanam caisim 10 MSTg adalah yang menunjukkan  $\overline{LAB}$  tertinggi yaitu 1,06mg/cm<sup>2</sup>/hari dan sama tinggi dengan 9 MSTg yaitu 1,02 mg/cm<sup>2</sup>/hari, namun  $\overline{LAB}$  terendah pada waktu tanam caisim 11 MSTg yaitu 0,81 mg/cm<sup>2</sup>/hari.

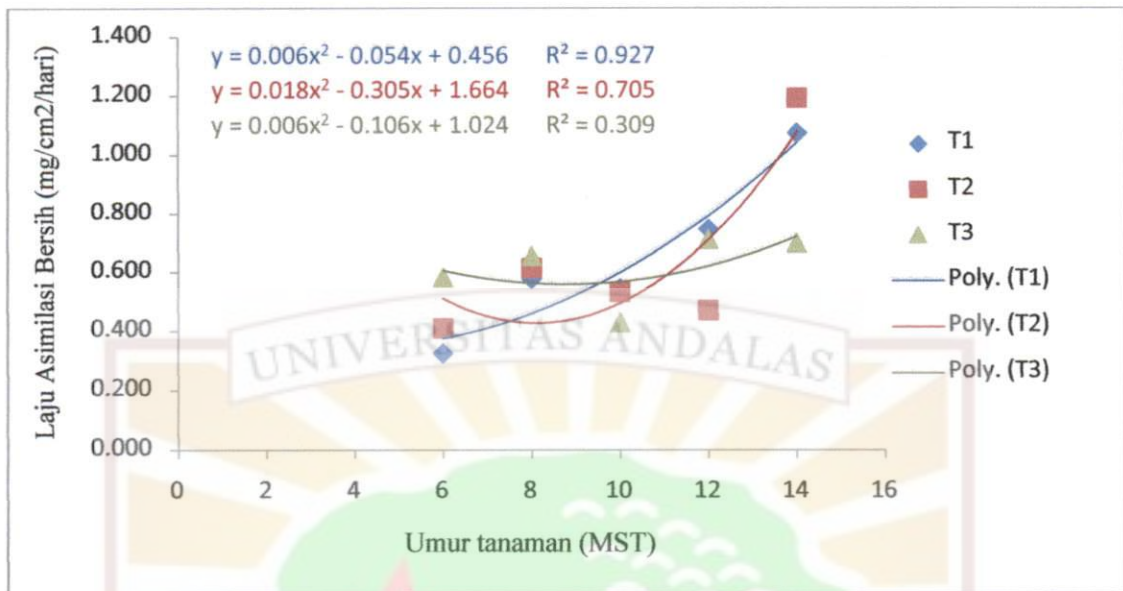
Laju Assimilasi Bersih Rata-rata ( $\overline{LAB}$ ) merupakan laju pertambahan bahan kering total tanaman per satuan luas daun per satuan waktu selama periode waktu tertentu yang menggambarkan rata-rata laju fotosintesis bersih (kapasitas tanaman mengakumulasi bahan kering) per satu luas daun dan waktu tertentu. Menurut Gardner *et al* (1991), LAB mengekspresikan efisiensi fotosintetik daun yang menunjukkan kecepatan asimilasi CO<sub>2</sub> dalam tajuk tanaman. Dengan kata lain, LAB adalah peningkatan bobot kering tanaman per satuan luas daun per satuan waktu. Variabel ini menggambarkan kapasitas asimilasi CO<sub>2</sub> dalam daun.

**Tabel 3.** Laju Assimilasi Bersih Rata-rata ( $\overline{LAB}$ ) Gandum pada periode mingguan pada umur 12-14 MST dengan beberapa jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim (data setelah ditransformasi).

Jarak tanam (J) pada tanaman gandum (cm)	$\overline{LAB}$ Gandum (mg/cm <sup>2</sup> /hari)		
	Waktu tanam caisim setelah gandum (T) Minggu setelah tanam gandum (MSTg)		
	9	10	11
20 x 25	1,05	1,07	0,74
25 x 25	1,05	0,97	0,72
30 x 25	0,95	1,15	0,97
Rata-rata	1,02 AB	1,06 A	0,81 B
KK = 24.54%			

Keterangan : Berdasarkan sidik ragam hanya waktu tanam caisim yang berbeda nyata menurut uji F. Angka-angka pada baris yang sama yang diikuti oleh huruf besar yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT pada taraf 5%.

Perkembangan  $\overline{LAB}$  tanaman gandum periode mingguan mulai diamati pada umur 4 MST hingga tanaman berumur 14 MST dengan cara mencabut sampel pada petak destruktif yang telah ditentukan (Lampiran 3). Dimana petak destruktif merupakan petak yang berisi tanaman sampel dengan pengacakan tertentu yang telah ditentukan sejak dari awal pertumbuhan tanaman gandum. Perkembangan  $\overline{LAB}$  gandum terhadap perlakuan waktu tanam caisim pada sistem tumpangsari gandum/caisim dapat dilihat pada Gambar 3.



Keterangan : T1 = waktu tanam caisim 9MSTg ; T2 = waktu tanam caisim 10MSTg ; T3 = waktu tanam caisim 11 MSTg.

**Gambar 3.** Laju Assimilasi Bersih Rata-rata ( $\overline{LAB}$ ) gandum periode 1 mingguan dengan perlakuan waktu tanam caisim pada umur 4 hingga 14 MST pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim pada sistem tumpangsari gandum/caisim.

LTT dan LAB sangat berkaitan dengan berat kering tanaman. Perbedaannya LTT per satuan luas tanah sedangkan LAB per satuan luas daun. Dilihat dari Tabel 2 dan 3, LTT dan LAB tanaman gandum tidak menunjukkan interaksi yang nyata terhadap kombinasi perlakuan jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim. Menurut Sitompul dan Guritno (1995), bahwa laju fotosintesis per satuan tanaman sebagian besar ditentukan oleh luas daun. Pada saat tanaman semakin dewasa, indek luas daun meningkat sehingga mengakibatkan tanaman saling menaungi, ini menyebabkan berkurangnya luas daun yang dapat mengintersepsi sinar matahari dan laju akumulasi bahan kering akan berkurang dengan demikian, laju asimilasi bersih akan turun.

#### 4.2.4. Tinggi Tanaman Gandum

Tinggi tanaman gandum pada umur 15 MST tidak bergantung pada kapanpun waktu caisim diterapkan dan berapapun jarak tanam gandum yang dipakai pada sistem tumpangsari gandum/caisim. Data tinggi tanaman gandum setelah analisis ragam pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim dapat dilihat pada Tabel 4 dan Lampiran 8a4.

**Tabel 4.** Tinggi tanaman gandum pada periode 15 MST dengan beberapa jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim.

Jarak tanam (J) pada tanaman gandum (cm)	Tinggi Tanaman Gandum (cm)		
	Waktu tanam caisim setelah gandum (T) Minggu setelah tanam gandum (MSTg)		
	9	10	11
20 x 25	59,33	55,47	59,00
25 x 25	62,07	64,60	70,87
30 x 25	66,67	63,67	64,13
KK = 13,62%			

Keterangan : Berdasarkan sidik ragam kombinasi jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim berbeda tidak nyata menurut uji F taraf nyata 5%.

Perlakuan jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim maupun pengaruh faktor tunggalnya belum menunjukkan pengaruh yang berarti terhadap pertambahan tinggi tanaman gandum pada sistem tumpangsari gandum/caisim. Hal ini diduga karena rentang jarak tanam gandum yang digunakan dan waktu tanam caisim yang diterapkan belum memberikan pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman gandum. Varietas gandum yang ditanam adalah IS Jarissa, dimana pada awal pertumbuhannya, tanaman gandum tumbuh secara mendatar, sehingga pengukuran tinggi menggunakan meteran dari pangkal batang hingga daun terpanjang tanaman.

Tinggi tanaman gandum mulai diamati pada saat tanaman berumur 3 MST hingga tanaman berumur 15 MST. Pengamatan tinggi tanaman hingga tanaman memasuki fase generatif yaitu tanaman mulai muncul mulai pada umur 15 MST. Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa diperoleh tinggi tanaman gandum pada umur 15 MST berkisar antara 55,47 cm sampai 70,87 cm atau rata-rata 62,87 cm. Sedangkan menurut deskripsinya tinggi tanaman gandum genotype IS Jarissadapat mencapai 95 cm. Berbeda dengan hasil penelitian Marta (2013) pada ketinggian tempat >1000 m dpl. Menunjukkan tinggi tanaman gandum tertinggi 80,54 cm pada perlakuan 2 benih per lobang tanam. Hal ini menunjukkan bahwa tinggi tanaman dipengaruhi oleh ketinggian tempat, dimana semakin tinggi tempat maka suhu akan semakin rendah dan tinggi tanaman gandum akan semakin tinggi.

#### **4.3. Komponen Hasil Tanaman Gandum**

Variabel komponen hasil tanaman gandum meliputi : jumlah anakan total per rumpun, jumlah anakan produktif tanaman per rumpun, panjang malai, jumlah spikelet per malai, jumlah bulir bernas per rumpun, bobot 1000 bulir gandum, hasil tanaman gandum per rumpun, hasil tanaman gandum per hektar dan indeks panen gandum. Berikut penjabarannya :

##### **4.3.1. Jumlah Anakan Total dan Jumlah Anakan Produktif Tanaman Gandum per Rumpun**

Perlakuan berapapun jarak tanam gandum yang dipakai dan kapanpun waktu tanam caisim diterapkan belum menunjukkan pengaruhnya terhadap jumlah

anakan total dan jumlah anakan produktif tanaman gandum per rumpun. Data jumlah anakan total dan jumlah anakan produktif tanaman gandum per rumpun pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim dapat dilihat pada Tabel 5 dan Lampiran 8b1 dan 8b2.

**Tabel 5.** Jumlah anakan total dan jumlah anakan produktif tanaman gandum per rumpun pada beberapa jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim.

Nisbah Kompetisi (NK)	Jarak tanam (J) pada tanaman gandum (cm)	Jumlah Anakan per Rumpun (batang)		
		Waktu tanam caisim setelah gandum (T) Minggu setelah tanam gandum (MSTg)		
		9	10	11
Total	20 x 25	15,47	14,47	16,27
	25 x 25	19,53	19,13	24,27
	30 x 25	23,33	19,20	18,67
KK = 33,29%				
Produktif	20 x 25	13,08	14,93	12,93
	25 x 25	16,67	18,18	21,33
	30 x 25	19,37	18,13	17,67
KK = 43,09 %				

Keterangan : Berdasarkan sidik ragam jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim terhadap jumlah anakan total dan jumlah anakan produktif per rumpun berbeda tidak nyata menurut uji F taraf nyata 5%.

Pengamatan jumlah anakan tanaman gandum mulai dilakukan pada saat tanaman berumur 7 MST hingga 15 MST karena anakan gandum mulai muncul pada umur 7 MST dan setelah umur 15 MST tidak ada lagi pertambahan jumlah anakan. Sedangkan pengamatan jumlah anakan produktif pada saat panen dengan menghitung jumlah malai per rumpun.

Jumlah anakan total tanaman gandum seperti yang tertera pada Tabel 5 berkisar antara 14,47 hingga 24,27 atau rata-rata 18,93 batang per rumpun. Dibandingkan hasil penelitian Marta (2013), dihasilkan jumlah anakan gandum

per rumpun tertinggi 21,66 anakan yaitu pada perlakuan 2 benih per lubang tanam pada varietas Dewata. Sedangkan pada penelitian Nur *et al.*,(2010) di Cipanas diperoleh rata-rata jumlah anakan pada umur 55 HST dari 12 genotipe gandum berkisar antara 5,8 hingga 8,2 anakan per rumpun. Menurut Bakelaar (2001), jarak tanam yang lebih lebar memberi kemungkinan yang lebih besar kepada akar untuk tumbuh leluasa, tanaman juga menyerap lebih banyak sinar matahari, udara dan nutrisi. Jarak tanam yang optimum mampu menghasilkan rumpun subur tertinggi (per m<sup>2</sup>) tergantung pada nutrisi, suhu, kelembaban dan kondisi tanah yang lain.

Jumlah anakan produktif tanaman sangat terkait dengan jumlah anakan total tanaman per rumpun. Dari Tabel 5 diperoleh jumlah anakan total tanaman gandum per rumpun rata-rata 18,93 batang dan jumlah anakan rata-rata 16,92 batang. Hal ini menunjukkan bahwa 89,4% anakan tanaman gandum menjadi anakan produktif dan hanya 10,6% anakan yang tidak menghasilkan malai. Hasil penelitian Marta (2013) di Alahan Panjang dengan ketinggian tempat >1000 m dpl menunjukkan jumlah anakan produktif tertinggi 20,85 batang pada perlakuan 3 benih per lubang tanam.

Menurut Siregar (1987) pada umumnya tunas-tunas yang menghasilkan malai anakan produktif ditentukan oleh kemampuan tunas tersebut dalam menyerap unsur hara dan ketersediaan air. Sedangkan menurut Nur (2012) jumlah anakan produktif juga dipengaruhi oleh lokasi dan ketinggian tempat dimana ketinggian tempat berkaitan erat dengan suhu, kelembaban, lama penyinaran dan intensitas penyinaran dimana tanaman gandum merupakan tanaman yang sangat responsif terhadap faktor lingkungan.

#### 4.3.2. Panjang Malai dan Jumlah Spikelet Tanaman Gandum

Hasil analisis ragam menunjuk belum terlihat adanya interaksi antara jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim terhadap panjang malai dan jumlah spikelet tanaman gandum per malai. Data panjang malai tanaman gandum dan jumlah spikelet pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim dapat dilihat pada Tabel 6 dan lampiran 8b3 dan 8b4.

Pada Tabel 6 terlihat bahwa ternyata pada pengaturan jarak tanam gandum pada kondisi kapanpun tanaman caisim ditanam belum menentukan pertambahan panjang malai dan jumlah spikelet per malai tanaman gandum. Bahkan faktor tunggal sekalipun juga tidak menentukan pertambahan panjang malai dan jumlah spikelet. Panjang malai tanaman gandum diperoleh berkisar antara 8,14 cm hingga 8,81 cm atau rata-rata 8,49 cm.

Menurut Dahlan (2003) panjang malai tanaman gandum yang diperoleh berkisar antara 6,6 cm sampai 9,3 cm. Sedangkan hasil penelitian Marta (2013), panjang malai gandum varietas dewata diperoleh 7,45 cm sampai 8,94 cm pada perlakuan jarak tanam dan jumlah benih per lubang tanam. Penerapan berbagai jarak tanam gandum dan jumlah benih per lubang tanam gandum yang diberikan pada percobaan tersebut belum menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap panjang malai gandum.

**Tabel 6.** Panjang malai dan jumlah spikelet tanaman gandum per malai pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim.

Variabel	Jarak tanam (J) pada tanaman gandum (cm)	Panjang Malai dan Jumlah Spikelet per Rumpun		
		Waktu tanam caisim setelah gandum (T) Minggu setelah tanam gandum (MSTg)		
		9	10	11
Panjang Malai	20 x 25	8,14	8,48	8,20
	25 x 25	8,24	8,81	8,69
	30 x 25	8,67	8,74	8,46
KK = 9,21%				
Jumlah Spikelet	20 x 25	15.54	16.46	16.58
	25 x 25	16.68	16.92	15.91
	30 x 25	16.64	16.63	15.60
KK = 6,65 %				

Keterangan : Berdasarkan sidik ragam jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim terhadap panjang malai dan jumlah spikelet berbeda tidak nyata menurut uji F taraf nyata 5%.

Jumlah spikelet tanaman gandum diperoleh berkisar antara 15,54 cm hingga 16,92 cm atau rata-rata 16,33 cm. Spikelet atau bunga gandum bertumpuk satu sama lain pada malai. Panjang malai akan mempengaruhi jumlah spikelet, dimana semakin panjang malai maka jumlah spikelet akan semakin banyak. Sebaliknya malai yang pendek maka spikeletpun sedikit. Jumlah spikelet akan berkaitan dengan jumlah biji karena umumnya setiap spikelet menghasilkan tiga biji (kenel). Semakin banyak spikelet, maka jumlah biji yang dihasilkan cenderung akan semakin banyak juga, karena spikelet merupakan tempat bulir gandum, dimana setiap spikelet terdiri dari dua atau tiga bulir dan kulit ari (lemma dan palea) (Nasir, 1987).

### 4.3.3. Jumlah Bulir Bernas dan Persentase Hampa per Malai

Pada kajian jarak tanam gandum dengan waktu tanam caisim dalam sistem tumpangsari gandum/caisim belum menunjukkan pengaruhnya yang berarti terhadap jumlah bulir bernas per malai dan persentase hampa per malai. Data jumlah bulir bernas dan persentase hampa per malai tanaman gandum pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim dapat dilihat pada Tabel 7 dan Lampiran 8b5 dan 8b6.

**Tabel 7.** Jumlah bulir bernas dan persentase hampa per malai pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim.

Variabel	Jarak tanam (J) pada tanaman gandum (cm)	Jumlah Bulir Bernas dan Persentase Hampa per Malai		
		Waktu tanam caisim setelah gandum (T) Minggu setelah tanam gandum (MSTg)		
		9	10	11
Jumlah Bulir Bernas	20 x 25	3,85	2,53	4,03
	25 x 25	2,51	2,69	3,79
	30 x 25	4,25	3,09	3,28
KK = 61,44%				
Pesentase Hampa	20 x 25	91,60%	94,83%	91,77%
	25 x 25	95,08%	94,68%	92,09%
	30 x 25	91,25%	93,77%	92,94%
KK = 4,59 %				

Keterangan : Berdasarkan sidik ragam jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim terhadap jumlah bulir dan persentase hampa per malai berbeda tidak nyata menurut uji F taraf nyata 5%.

Pada Tabel 7 dapat dilihat jumlah bulir bernas rata-rata per malai diperoleh berkisar antara 2,51 sampai 4,25 bulir atau rata-rata 3,34 bulir per malai. Jumlah bulir rata-rata per malai akan mempengaruhi hasil gandum per petak. Semakin tinggi jumlah bulir per malai maka hasil gandum per petak juga akan semakin tinggi. Hasil penelitian Ibnu sina (2013) menunjukkan bahwa jumlah bulir

gandum per malai pada kultivar Is Jarissa diperoleh 62,25 pada perlakuan pemberian pupuk urea 100 kg/Ha yang dilaksanakan di Alahan Panjang.

Jumlah bulir akan mempengaruhi persentase hampa per malai, dimana semakin rendah jumlah bulir maka akan semakin tinggi persentase hampa per malai. Rendahnya jumlah bulir bernas atau tingginya persentase hampa per malai diduga karena kondisi lingkungan pertumbuhan gandum kurang sesuai dengan syarat tumbuh gandum. Tanaman gandum membutuhkan kondisi lingkungan yang cenderung kering dengan curah hujan 254-762 mm/tahun dan suhu optimum 20-25°C (Dinas Pertanian Tanaman Pangan Kabupaten Pasuruan, 2011). Selama penanaman gandum di lapangan, curah hujan sangat tinggi (Lampiran 8).

Persentase hampa berkisar antara 91,25% sampai 95,08% atau rata-rata 93,11%. Menurut Huan *et al.*, 2000 dan Kakani *et al* 2002 dalam Nur (2012), tingginya suhu dan diselingi curah hujan yang tinggi menyebabkan masa anthesis polen memendek, jumlah polen yang viabel menjadi rendah. Menurut Thomas *et al*, 2003, pertumbuhan reproduksi terutama untuk menghasilkan biji sering tertekan oleh tingginya suhu sehingga meningkatkan perkembangan dan pertumbuhan vegetatif.

#### **4.3.4. Bobot 1000 Bulir Gandum (g)**

Bobot 1000 bulir gandum setelah analisis ragam juga menunjukkan bahwa peningkatan bobot 1000 bulir gandum pada jarak tanam berapapun yang dipakai dan kapanpun caisim ditanam, bobot 1000 bulir gandum sama saja dalam sistem tumpangsari gandum/caisim. Data bobot 1000 bulir gandum pada sistem tumpangsari gandum/caisim dapat dilihat pada Tabel 8 dan Lampiran 8b7.

**Tabel 8.** Bobot 1000 bulir gandum pada beberapa jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim.

Jarak tanam (J) pada tanaman gandum (cm)	Bobot 1000 Bulir Gandum (g)		
	Waktu tanam caisim setelah gandum (T) Minggu setelah tanam gandum (MSTg)		
	9	10	11
20 x 25	17,23	18,22	18,22
25 x 25	19,82	18,05	19,36
30 x 25	16,71	15,52	18,19
KK = 15,81%			

Keterangan : Berdasarkan sidik ragam jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim terhadap bobot 1000 bulir gandum berbeda tidak nyata menurut uji F taraf nyata 5%.

Pada Tabel 8 terlihat bahwa kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim belum menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap bobot 1000 bulir gandum. Bobot 1000 bulir berkisar antara 15,52 g sampai 19,82 g atau rata-rata 17,93 g. Berbeda dengan hasil penelitian Ibnu sina (2013) terhadap bobot 1000 bulir gandum kultivar yang sama yang ditanam di Alahan Panjang berkisar antara 29,78 g sampai 30, 81 g pada perlakuan dosis pupuk urea.

Hal ini diduga karena kondisi lingkungan selama penanaman gandum di Arosuka seperti curah hujan dan kelembaban yang tinggi mempengaruhi proses pengisian hasil fotosintesis ke dalam biji . Seperti yang disampaikan Irwan bahwa curah hujan, kelembaban dan suhu udara yang terlalu dingin atau panas sering menghambat dan menurunkan hasil panen yang berkaitan dengan bobot bulir.

Hal ini seperti yang disampaikan oleh Gardner, *et al* (1991) bahwa berapa banyak masing-masing hasil panen biji terakhir dipengaruhi oleh spesies dan lingkungannya. Hasil fotosintesis yang sama disimpan dalam biji berasal dari tiga sumber utama: fotosintesis daun saat sekarang, fotosintesis bagian lain yang

bukan daun saat sekarang dan remobilisasi hasil asimilasi yang disimpan dalam organ tanaman yang lain. Pada gandum dan barli fotosintesis dari daun bendera, batang dan bongkol, yang merupakan sumber-sumber terdekat dengan biji, menjadi penyumbang utama untuk biji.

#### 4.3.5. Hasil Tanaman Gandum per Rumpun (g) dan per Hektar (ton)

Sementara itu hasil tanaman gandum per rumpun dan hasil tanaman gandum per hektar juga belum bergantung pada berapapun jarak tanam gandum diterapkan dan kapanpun caisim ditanam pada sistim tumpangsari gandum/caisim. Data hasil tanaman gandum per rumpun dan per hektar pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim dapat dilihat pada Tabel 9 dan Lampiran 8b8 dan 8b9.

Pada Tabel 9 dapat dilihat bahwa kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim belum menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap hasil tanaman gandum per rumpun, dimana diperoleh kisaran antara 0,77 g sampai 1,18 g hasil gandum per rumpun. Hasil tanaman per rumpun sangat berkaitan dengan jumlah biji per malai dan bobot 1000 bulir, dimana ketiga variabel tersebut akan berbanding lurus satu sama lainnya. Dan hasil tanaman gandum per rumpun juga akan mempengaruhi hasil tanaman per hektar.

Hasil tanaman gandum per hektar pada Tabel 9 pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim juga belum menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap hasil tanaman gandum per hektar, dimana diperoleh hasil tanaman per hektar berkisar antara 0,17 ton sampai 0,28 ton atau rata-rata 0,22 ton/Ha. Hasil tanaman per hektar sangat ditentukan oleh hasil tanaman per rumpun.

**Tabel 9.** Hasil tanaman gandum per rumpun dan per hektar pada beberapa jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim (data setelah ditransformasi).

Variabel	Jarak tanam (J) pada tanaman gandum (cm)	Hasil Tanaman		
		Waktu tanam caisim setelah gandum (T) Minggu setelah tanam gandum (MSTg)		
		9	10	11
Per Rumpun (g)	20 x 25	0,93	0,77	0,80
	25 x 25	0,83	0,91	1,10
	30 x 25	1,18	1,04	0,98
KK = 39,09%				
Per Hektar (ton)	20 x 25	0,20	0,19	0,17
	25 x 25	0,19	0,24	0,28
	30 x 25	0,25	0,23	0,23
KK = 43,55 %				

Keterangan : Berdasarkan sidik ragam jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim terhadap hasil tanaman gandum per rumpun dan per hektar berbeda tidak nyata menurut uji F taraf nyata 5%.

Potensi hasil tanaman gandum per hektar menurut Sukamto (2013), pada ketinggian 1000 m dpl 3-4 ton/Ha, ketinggian 1000-1400 m dpl 4-6 ton/Ha, ketinggian 1400-1600 m dpl 6-8 ton/Ha dan pada ketinggian lebih dari 1600 m dpl 8-12 ton/Ha. Rata-rata hasil tanaman gandum yang diperoleh pada penelitian ini sangat rendah yaitu 0,2203 ton/Ha dibandingkan dengan potensi hasilnya per hektar. Hal ini diduga karena pengaruh lingkungan yang kurang sesuai dengan syarat tumbuh tanaman gandum, dimana gandum membutuhkan kondisi kering pada masa pertumbuhannya sedangkan kondisi cuaca di lokasi percobaan sangat basah dan kelembaban tinggi. Rendahnya hasil gandum per hektar dalam hal ini juga sangat dipengaruhi oleh hasil gandum per rumpun yang juga sangat rendah yaitu rata-rata 0,95 g, sedangkan hasil gandum per rumpun dipengaruhi oleh

jumlah bulir per malai serta bobot 1000 bulir. Dimana jumlah bulir per malai juga sangat rendah dan tingginya tingkat kehampaan pada malai yaitu lebih dari 90%.

#### 4.3.6. Indek Panen (IP) Gandum

Indek panen (IP) atau indek panen merupakan proporsi hasil panen biologis yang ditunjukkan dalam bentuk hasil panen ekonomis disebut juga koefisien efektifitas atau koefisien migrasi. Pada beberapa tanaman budidaya berbiji, peningkatan hasil panen biji terutama disebabkan oleh peningkatan indek panen. Dengan kata lain, tanaman tidak lagi memproduksi berat kering total, tetapi lebih banyak membagi berat keringnya ke hasil panen biji (Gardner, 1991).

**Tabel 10.** Indek Panen (IP) gandum pada beberapa jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim.

Jarak tanam (J) pada tanaman gandum (cm))	Indek Panen (IP) Gandum		
	Waktu tanam caisim setelah gandum (T) Minggu setelah tanam gandum (MSTg)		
	9	10	11
20 x 25	0,14	0,11	0,09
25 x 25	0,10	0,11	0,12
30 x 25	0,13	0,13	0,12
KK = 24,62%			

Keterangan : Berdasarkan sidik ragam jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim terhadap indek panen gandum berbeda tidak nyata menurut uji F taraf nyata 5%.

Perhitungan terhadap indek panen gandum setelah analisis ragam menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh dari perlakuan jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim yang diterapkan pada sistem tumpangsari gandum/caisim seperti terlihat pada Tabel 10 dan Lampiran 8b10. Pada Tabel 10 dapat dilihat bahwa rata-rata indek panen gandum diperoleh adalah 0,12. Rendahnya indek

panen gandum tersebut karena gandum merupakan tanaman dengan hasil panen berupa biji gandum dimana berat brangkasan kering dari batang, daun dan akar lebih dominan dan rendahnya jumlah bulir bernas per malai yaitu 3,34 serta besarnya biji hampa yaitu 93,11%. Selain itu bobot 1000 bulir gandum yaitu 17,93 g juga masih rendahnya. Indeks panen merupakan perbandingan antara jumlah hasil panen ekonomis dengan hasil panen biologis atau perbandingan antara berat biji gandum dengan berat brangkasan tanaman pada saat panen.

#### 4.4. Komponen Pertumbuhan Tanaman Caisim

Pengamatan komponen pertumbuhan tanaman caisim meliputi : Indeks luas daun rata-rata, laju asimilasi bersih, laju tumbuh tanaman, tinggi tanaman caisim dan uji kandungan klorofil daun caisim. Secara lebih rinci akan dijabarkan satu per satu sebagai berikut :

##### 4.4.1. Indeks Luas Daun Rata-rata ( $\overline{ILD}$ ), Laju Asimilasi Bersih $\overline{LAB}$ dan laju Tumbuh Tanaman $\overline{LTT}$ Tanaman Caisim

Terhadap pengamatan komponen pertumbuhan tanaman caisim setelah analisis ragam terhadap Indeks Luas Daun Rata-rata ( $\overline{ILD}$ ), Laju Asimilasi Bersih ( $\overline{LAB}$ ) dan Laju Tumbuh Tanaman ( $\overline{LTT}$ ) tanaman caisim pada umur 5 MST menunjukkan bahwa tidak ada interaksi yang nyata pada kajian jarak tanam gandum dengan waktu tanam caisim. Faktor tunggal jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim juga menunjukkan perbedaan terhadap  $\overline{ILD}$ ,  $\overline{LAB}$  dan  $\overline{LTT}$  caisim. Data  $\overline{ILD}$ ,  $\overline{LAB}$  dan  $\overline{LTT}$  caisim pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim dapat dilihat pada Tabel 11 dan Lampiran 8c1, 8c2 dan 8c3.

**Tabel 11.** Indeks Luas Daun Rata-rata ( $\overline{ILD}$ ), Laju Asimilasi Bersih ( $\overline{LAB}$ ) dan laju Tumbuh Tanaman ( $\overline{LTT}$ ) Caisim pada umur 5 MST dengan beberapa jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim (data setelah ditranformasi).

Variabel	Jarak tanam (J) pada tanaman gandum (cm)	Laju Pertumbuhan Caisim		
		Waktu tanam caisim setelah gandum (T) Minggu setelah tanam gandum (MSTg)		
		9	10	11
$\overline{ILD}$	20 x 25	0,90	0,62	0,71
	25 x 25	0,85	0,73	0,63
	30 x 25	0,89	0,68	0,77
KK = 27,82%				
$\overline{LAB}$ (mg/cm <sup>2</sup> /hari)	20 x 25	0,52	0,51	0,49
	25 x 25	0,47	0,46	0,47
	30 x 25	0,53	0,59	0,44
KK = 43,61%				
$\overline{LTT}$ (mg/cm <sup>2</sup> /hari)	20 x 25	0,59	0,34	0,37
	25 x 25	0,56	0,42	0,37
	30 x 25	0,61	0,39	0,43
KK = 42,68%				

Keterangan : Berdasarkan sidik ragam pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim terhadap  $\overline{ILD}$ ,  $\overline{LAB}$ , dan  $\overline{LTT}$  caisim berbeda tidak nyata menurut uji F taraf nyata 5%.

Pada Tabel 11 dapat dilihat bahwa diperoleh nilai  $\overline{ILD}$ ,  $\overline{LAB}$ , dan  $\overline{LTT}$  berturut-turut 0,75, 0,50 mg/cm<sup>2</sup>/hari dan 0,45 mg/cm<sup>2</sup>/hari. Indeks luas daun ( $\overline{ILD}$ ) atau leaf area indeks (LAI) merupakan rasio antara luas daun tanaman budidaya terhadap luas tanah. Karena radiasi matahari merata ke atas permukaan tanah, LAI merupakan ukuran kasar luas daun per satuan radiasi matahari yang tersedia (Watson, 1974 dalam Gardner *et al*, 1991).

Hasil penelitian Sulistyaningsih *et al*, (2005) terhadap pertumbuhan dan hasil caisim pada berbagai warna sungkup plastik diperoleh  $\overline{ILD}$  tertinggi 3,07 pada perlakuan sungkup bening umur caisim 4 MST,  $\overline{LAB}$  tertinggi diperoleh

0,0062 g/cm<sup>2</sup>/minggu atau setara dengan 0,89 mg/cm<sup>2</sup>/hari pada perlakuan tanpa sungkup, sedangkan LTT tertinggi diperoleh 0,014 g/cm<sup>2</sup>/minggu atau setara dengan 2 mg/cm<sup>2</sup>/hari pada perlakuan sungkup bening. Sulistyaningsih *et al*, (2005) menyatakan bahwa luas daun sangat dipengaruhi oleh pemakaian sungkup plastik bening dan merah, sedangkan penurunan intensitas cahaya dan suhu udara dalam sungkup menjadi faktor pembatas asimilasi dalam sungkup.

LTT merupakan gambaran nilai penimbunan berat kering per satuan luas lahan per satuan waktu. Sementara itu laju asimilasi bersih (LAB) atau net assimilation rate (NAR) merupakan laju penimbunan berat kering per satuan luas daun per satuan waktu dengan kata lain merupakan ukuran rata-rata efisiensi fotosintesis daun dalam suatu komunitas tanaman budidaya. Laju tumbuh tanaman dipengaruhi oleh laju asimilasi bersih dan indek luas daun. Laju asimilasi bersih yang tinggi dan indek luas daun yang optimum akan meningkatkan laju pertumbuhan tanaman (Gardner *et al*, 1991).

#### 4.4.2. Tinggi Tanaman Caisim

Tinggi tanaman caisim pada umur 5 MST setelah analisis ragam tidak menunjukkan adanya pengaruh perlakuan baik dari perlakuan jarak tanam gandum maupun waktu tanam caisim. Data tinggi tanaman caisim pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim dapat dilihat pada Tabel 12 Lampiran 8c4.

**Tabel 12.** Tinggi tanaman caisim pada periode 6 MST dengan beberapa jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim.

Jarak tanam (J) pada tanaman gandum (cm)	Tinggi Tanaman Caisim (cm)		
	Waktu tanam caisim setelah gandum (T) Minggu setelah tanam gandum (MSTg)		
	9	10	11
20 x 25	19,67	26,07	27,67
25 x 25	19,67	25,27	24,20
30 x 25	27,13	26,68	24,13
KK = 21,53 %			

Keterangan : Berdasarkan sidik ragam kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim terhadap tinggi tanaman caisim berbeda tidak nyata menurut uji F taraf nyata 5%.

Tinggi tanaman caisim mulai diamati pada saat tanaman berumur 2 MST hingga tanaman berumur 6 MST. Tanaman caisim dipindahkan ke petak percobaan adalah bibit yang telah memiliki 3-4 helai daun. Pemberian kombinasi perlakuan yaitu jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim belum menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap tinggi tanaman caisim seperti yang tertera pada Tabel 18, dimana tinggi tanaman caisim berkisar antara 19,67cm sampai 27,67cm atau rata-rata 24,50cm. Hal ini menunjukkan bahwa jarak tanam gandum yang diterapkan dan waktu tanam caisim masih belum mempengaruhi tinggi tanaman caisim.

Berbeda dengan hasil penelitian Sulistyarningsih *et al* (2003), tinggi tanaman caisim tertinggi diperoleh 51,70 cm pada perlakuan sungkup plastik merah. Menurut Gardner *et al* (1991), tinggi tanaman dipengaruhi oleh intensitas cahaya. Intensitas cahaya yang tinggi menyebabkan tanaman pendek. Hal ini disebabkan auksin yang mempengaruhi pemanjangan sel bekerja lebih aktif

dalam kondisi gelap. Tinggi tanaman merupakan usaha tanaman memperoleh cahaya.

#### 4.4.3. Uji Klorofil Caisim

Pengamatan kandungan klorofil caisim pada umur 6 MST setelah analisis ragam seperti pada Tabel 13 dan Lampiran 8c5, 8c6 dan 8c7 menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara jarak tanam gandum dengan waktu tanam caisim. Akan tetapi menunjukkan pengaruh pada perlakuan waktu tanam caisim, baik terhadap kandungan klorofil total, klorofil a maupun terhadap kandungan klorofil b.

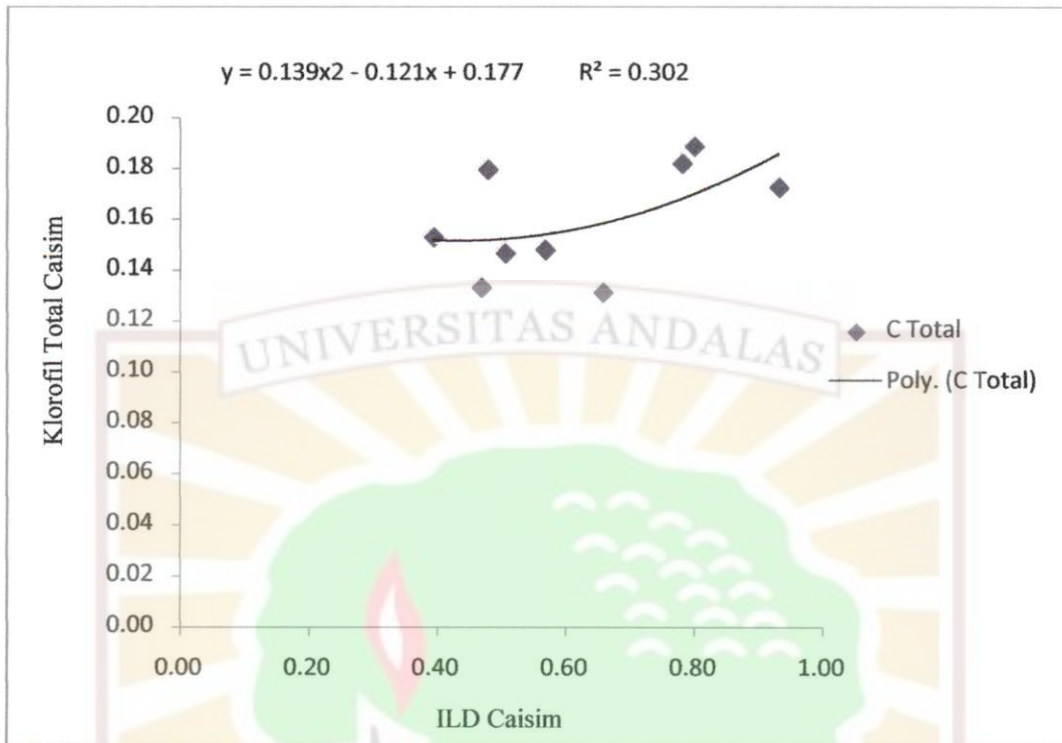
Pada Tabel 13 dapat dilihat bahwa waktu tanam caisim berpengaruh nyata terhadap kandungan klorofil. Kandungan klorofil total, klorofil a dan klorofil b tertinggi diperoleh pada waktu tanam caisim 9 MST gandum yaitu nilai rata-rata klorofil total 0,18 mg/g jar, klorofil a 0,13 mg/g jar dan klorofil b 0,05 mg/g jar berbeda nyata dengan kandungan klorofil pada waktu tanam caisim 10 MSTg dimana klorofil total 0,16 mg/g jar dan klorofil a 0,12 mg/g jar, tetapi tidak berbeda dengan kandungan klorofil b pada penerapan waktu tanam caisim 10 MSTg yaitu 0,04 mg/g jar. Sedangkan kandungan klorofil terendah pada penerapan waktu tanam caisim umur 11 MSTg. Hal ini diduga semakin awal penanaman caisim maka kesempatan tanaman untuk mendapatkan cahaya semakin besar untuk melakukan fotosintesis dimana tanaman gandum belum begitu rimbun.

**Tabel 13.** Kandungan klorofil caisim pada umur 6 MST pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim.

Klorofil	Jarak tanam (J) pada tanaman gandum (cm)	Kandungan Klorofil (mg/g jar)		
		Waktu tanam caisim setelah gandum (T) Minggu setelah tanam gandum (MSTg)		
		9	10	11
Klorofil total	20 x 25	0,17	0,15	0,15
	25 x 25	0,18	0,15	0,13
	30 x 25	0,19	0,18	0,13
	Rata-rata	0,18A	0,16B	0,14C
KK = 11,48 %				
Klorofil a	20 x 25	0,12	0,11	0,12
	25 x 25	0,13	0,11	0,11
	30 x 25	0,14	0,13	0,11
	Rata-rata	0,13A	0,12B	0,11B
KK = 10,74%				
Klorofil b	20 x 25	0,05	0,04	0,03
	25 x 25	0,05	0,04	0,03
	30 x 25	0,05	0,05	0,02
	Rata-rata	0,05A	0,04A	0,03B
KK = 20,39 %				

Keterangan : Berdasarkan sidik ragam hanya waktu tanam caisim yang berbeda nyata menurut uji F. Angka-angka pada baris yang sama yang diikuti oleh huruf besar yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT pada taraf 5%.

Kandungan klorofil daun caisim juga dapat dipengaruhi oleh indek luas daun (ILD). Untuk melihat hubungan antara  $\overline{ILD}$  tanaman caisim dengan kandungan klorofil caisim dalam bentuk kurva regresi dapat dilihat pada Gambar 4. Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa ILD daun caisim hanya mempengaruhi 30% terhadap kandungan klorofil total daun caisim. Hal ini ditunjukkan oleh nilai  $R^2$  atau koefisien determinasi 0,302. Pengaruh ini tergolong rendah akan tetapi berkolerasi positif. Dapat dilihat bahwa semakin tinggi ILD maka kandungan klorofil total juga akan semakin tinggi.



Gambar 4. Korelasi kandungan klorofil total daun caisim umur 6 MST dengan  $\overline{ILD}$  caisim pada sistem tumpangsari gandum/caisim dengan berbagai jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim.

Klorofil adalah pigmen berwarna hijau yang terdapat dalam kloroplas. Pada tumbuhan tingkat tinggi, kloroplas terutama terdapat pada jaringan parenkim palisade dan parenkim spons daun. Dalam kloroplas, pigmen utama klorofil serta karotenoid dan xantofil terdapat pada membran tilakoid. Klorofil berasal dari proplastida yaitu plasida yang belum dewasa, kecil dan hampir tidak berwarna dan sedikit atau tanpa membran dalam. Protoplas membelah saat embrio berkembang, dan menjadi kloroplas ketika daun dan batang terbentuk. Pada organ yang terkena cahaya matahari, kloroplas muda akan aktif membelah (Salisbury dan Ross, 1991).

Kloroplas terutama berfungsi sebagai tempat berlangsungnya fotosintesis. Pigmen-pigmen pada membran tilakoid akan menyerap cahaya matahari atau sumber cahaya lainnya dan mengubah energi cahaya tersebut dalam bentuk adenoson trifosfat (ATP) (Lakitan 2011). Pada tumbuhan tingkat tinggi, klorofil a dan klorofil b merupakan pigmen utama fotosintetik, yang berperan menyerap cahaya violet, biru, merah dan memantulkan cahaya hijau (Salaki, 2000).

Klorofil a dan b merupakan pigmen utama yang terdapat dalam membran tilakoid. Selain kedua pigmen ini terdapat pula pigmen kuning sampai jingga yang disebut karotenoid. Ada dua jenis karoteniod yaitu karoten (murni hidrokarbon) dan xantofil (mengandung oksigen). Semua klorofil dan karotenoid terikat pada molekul protein oleh ikatan non-kovalen (Lakitan, 2001). Peningkatan kandungan klorofil a dan b menyebabkan kemampuan dalam menangkap energi cahaya lebih efisien. Klorofil b berfungsi sebagai antena fotosintetik yang mengumpulkan cahaya. Peningkatan kandungan klorofil b pada kondisi ternaungi berkaitan dengan peningkatan protein klorofil sehingga akan meningkatkan efisiensi fungsi antena fotosintetik *light harvesting complex II* (LHC II). Membesarnya antena untuk fotosistem II akan meningkatkan efisiensi pemanenan cahaya (Hidema *et al*, 1992).

#### **4.5. Komponen Hasil Tanaman Caisim**

Pengamatan komponen hasil tanaman caisim meliputi : hasil tanaman caisim per rumpun, hasil tanaman caisim per hektar dan indek panen caisim, dengan penjabaran sebagai berikut:

#### 4.5.1. Hasil Tanaman Caisim per Rumpun dan per Hektar

Hasil tanaman caisim per rumpun dan hasil tanaman caisim per hektar setelah analisis ragam menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh terhadap berbagai jarak tanam gandum dan berbagai waktu tanam caisim yang diberikan. Data hasil tanaman caisim per rumpun pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim dapat dilihat pada Tabel 14; Lampiran 8d1 dan 8d2.

**Tabel 14.** Hasil tanaman caisim per rumpun dan per hektar pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim.

Variabel	Jarak tanam (J) pada tanaman gandum (cm)	Hasil Tanaman Caisim		
		Waktu tanam caisin setelah gandum (T) Minggu setelah tanam gandum (MSTg)		
		9	10	11
Per Rumpun (g)	20 x 25	25,53	23,19	32,97
	25 x 25	40,64	23,89	22,92
	30 x 25	42,40	25,25	25,65
KK = 44,59%				
Per Hektar (ton)	20 x 25	0,60	0,85	1,23
	25 x 25	1,11	0,89	0,69
	30 x 25	1,44	0,74	0,85
KK = 58,86 %				

Keterangan : Berdasarkan sidik ragam kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim terhadap hasil tanaman caisim per rumpun dan per hektar berbeda tidak nyata menurut uji F taraf nyata 5%.

Pada Tabel 14 dapat dilihat bahwa perlakuan jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim belum memperlihatkan pengaruh yang nyata terhadap hasil caisim per rumpun, dimana rata-rata hasil tanaman caisim per rumpun diperoleh 29,16 g. Berbeda dengan hasil penelitian Fahrudin (2009), berat tajuk caisim tertinggi diperoleh 21,1 g pada perlakuan pemberian pupuk cascings 8 ton/ha. Hasil tanaman caisim per rumpun akan mempengaruhi hasil tanaman per hektar

selain faktor lain seperti populasi tanaman. Hasil tanaman caisim merupakan berat basah tajuk tanaman, dimana pada saat panen tajuk dipisahkan dari akarnya. Besarnya tajuk tanaman sangat dipengaruhi oleh jumlah daun dan bobot basahnya.

Hasil penelitian Sulistyaningsih *et al*, (2005) menunjukkan berat segar tajuk tertinggi diperoleh 219,90 g pada perlakuan sungkup bening. Menurutnya bagian caisim yang bernilai ekonomis adalah tajuk, karena diijual dalam bentuk segar, oleh karena itu perlakuan yang menyebabkan berat segar caisim tertinggi dianggap lebih baik.

Pengaruh kombinasi perlakuan jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim terhadap hasil tanaman caisim per hektar seperti yang tertera pada Tabel 14 juga belum menunjukkan pengaruh yang nyata, dimana rata-rata hasil tanaman caisim diperoleh 0,93 ton/ha. Menurut Alamtani (2013) potensi hasil tanaman caisim bisa mencapai 20 ton per hektar dengan jarak tanam 10x15 cm. Rendahnya hasil caisim per hektar yang diperoleh dibandingkan potensi hasilnya diduga karena belum maksimalnya populasi caisim yang ditumpangsarikan dengan tanaman gandum, dimana populasi caisim berkisar 33 % dari total populasi tanaman pada areal percobaan dan jarak tanam caisim yang digunakan adalah 25x25 cm. Sedangkan populasi caisim dapat lebih dimaksimalkan dengan penggunaan jarak tanam yang lebih rapat. Semakin rapat jarak tanam maka populasi tanaman akan semakin banyak.

#### 4.5.2. Indek Panen Caisim

Indek panen caisim setelah analisis ragam menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara jarak tanam gandum dengan waktu tanam caisim, akan tetapi berpengaruh terhadap faktor tunggalnya yaitu terhadap waktu tanam caisim, seperti yang tertera pada Tabel 15 dan Lampiran 8d3.

**Tabel 15.** Indek panen caisim pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim.

Jarak tanam (J) pada tanaman gandum (cm)	Indek Panen Caisim		
	Waktu tanam caisim setelah gandum (T) Minggu setelah tanam gandum (MSTg)		
	9	10	11
20 x 25	0,59	0,96	0,92
25 x 25	0,63	0,88	0,91
30 x 25	0,71	0,92	0,91
Rata-rata	0,65 B	0,92 A	0,91 A
KK = 7,01 %			

Keterangan : Berdasarkan sidik ragam kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim terhadap hasil tanaman caisim per hektar berbeda tidak nyata menurut uji F taraf nyata 5%.

Pada Tabel 15 dapat dilihat bahwa indek panen caisim hanya bergantung terhadap waktu tanam caisim, dimana waktu tanam caisim 10 MSTg menunjukkan indek panen tertinggi yaitu 0,92 dan sama tinggi dengan waktu tanam caisim 11 MSTg yaitu 0,91, namun berbeda dengan waktu tanam caisim 9 MSTg yaitu 0,65 menunjukkan indek panen terendah. Tingginya indek panen caisim pada perlakuan 10 MSTg dapat menunjukkan bahwa pada saat gandum berumur 10 MST merupakan waktu yang tepat untuk penanaman caisim yang memberikan pertumbuhan tajuk terbesar.

Indek panen caisim merupakan perbandingan antara berat segar tajuk (daun dan batang) dengan berat segar tanaman. Tingginya indeks panen caisim (mendekati 1) karena hampir seluruh bagian tanaman caisim bernilai ekonomis tinggi, hanya bagian akar dan daun bagian bawah yang berwarna kuning yang bukan merupakan bagian ekonomisnya sehingga diperoleh indeks panen caisim yang tinggi.

#### **4.6. Komponen Kompetisi Tanaman Gandum dan Caisim (Tumpangsari)**

Pengamatan komponen kompetisi dan interaksi tanaman yang ditumpangsari meliputi : Land Equivalent Ratio (LER) atau Nisbah Kesetaraan Lahan (NKL), Area Time Equivalent Ratio (ATER) atau Nisbah Kesetaraan Waktu Pemanfaatan Lahan (NKWPL) dan Competition Ratio (CR) atau Nisbah Kompetisi (NK), dengan penjabaran sebagai berikut:

##### **4.6.1. Land Equivalent Ratio (LER)/ NKL dan Area Time Equivalent Ratio (ATER)**

Hasil analisis ragam terhadap Land Equivalent Ratio (LER) dan Area Time Equivalent Ratio (ATER) menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara jarak tanam gandum dengan waktu tanam caisim. LER atau dikenal juga dengan Nisbah Kesetaraan Lahan (NKL), sedangkan ATER disebut juga dengan Nisbah Kesetaraan Waktu Pemanfaatan Lahan (NKWPL). Data LER dan ATER pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim dapat dilihat pada Tabel 16 dan Lampiran 8e1 dan 8e2.

**Tabel 16.** LER dan ATER pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim (data setelah ditransformasi).

Variabel	Jarak tanam (J) pada tanaman gandum (cm)	LER dan ATER		
		Waktu tanam caisim setelah gandum (T) Minggu setelah tanam gandum (MSTg)		
		9	10	11
LER	20 x 25	1,24	1,24	1,26
	25 x 25	1,25	1,51	1,72
	30 x 25	1,61	1,42	1,42
KK = 35,11 %				
ATER	20 x 25	1,01	1,00	0,95
	25 x 25	0,98	1,24	1,43
	30 x 25	1,30	1,16	1,15
KK = 40,10 %				

Keterangan : Berdasarkan sidik ragam kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim terhadap LER dan ATER berbeda tidak nyata menurut uji F taraf nyata 5%.

Data LER pada Tabel 16 diperoleh nilai LER berkisar antara 1,24 hingga 1,72. Hal ini menunjukkan bahwa hasil tanam gandum dan caisim yang ditanam dengan sistem tumpangsari lebih baik dibandingkan hasil gandum dan caisim yang ditanam secara tunggal atau monokultur. Ini juga berarti penanaman gandum dan caisim dengan sistem tumpangsari lebih menguntungkan dibandingkan dengan penanaman secara tunggal. Sedangkan nilai ATER seperti yang tertera pada Tabel 16 diperoleh berkisar antara 0,95 hingga 1,43 atau rata-rata 1,14. Menurut Pinen, (2011), nilai ATER umumnya lebih rendah dibanding NKL karena pada sistem tumpangsari ini efisiensi pemanfaatan waktu dalam satu siklus penanaman menjadi lebih rendah akibat perlakuan waktu tanam.

Menurut Mead & Willey (1980) dan Sullivan (2003) bahwa suatu alasan utama menanam dua atau lebih tanaman secara simultan adalah menjamin tercapainya peningkatan produktivitas lahan dan diversifikasi hasil per satuan luas

dibandingkan dengan penanaman tanaman secara monokultur. Keuntungan hasil dari sistem tumpangsari jika dibandingkan dengan menanam secara monokultur sering dikaitkan dengan dampak interaksi yang saling melengkapi dari komponen tanaman, seperti penggunaan yang lebih baik seluruh sumber daya yang tersedia (Mandel *et al*, 1990).

#### 4.6.2. Nisbah Kompetisi (NK)

Hasil analisis ragam terhadap NK menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara jarak tanam gandum dengan waktu tanam caisim. Data NK pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim dapat dilihat pada Tabel 17.

**Tabel 17.** NK gandum terhadap caisim dan NK caisim terhadap gandum pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim dalam tumpangsari gandum/caisim (data setelah ditransformasi).

Nisbah Kompetisi (NK)	Jarak tanam (J) pada tanaman gandum (cm)	Nisbah Kompetisi		
		Waktu tanam caisim setelah gandum (T) Minggu setelah tanam gandum (MSTg)		
		9	10	11
NK gandum	20 x 25	1,63	1,43	1,27
	25 x 25	1,35	2,01	2,24
	30 x 25	1,40	1,84	1,71
KK = 57,58%				
NK Caisim	20 x 25	0,64	0,74	1,26
	25 x 25	0,93	0,58	0,59
	30 x 25	0,75	0,66	0,66
KK = 53,99 %				

Keterangan : Berdasarkan sidik ragam kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim terhadap NK berbeda tidak nyata menurut uji F taraf nyata 5%.

Pada Tabel 17 dapat dilihat bahwa nisbah kompetisi gandum (NKg) terhadap caisim lebih besar yaitu 1,27 hingga 2,24 atau rata-rata 1,65 sedangkan

nisbah kompetisi caisim (NKc) terhadap gandum berkisar antara 0,58 hingga 1,26 atau rata-rata 0,76. Rata-rata nilai NKc kecil dari 1, ini menunjukkan bahwa tanaman caisim kalah bersaing dengan tanaman gandum. Hal ini diduga karena waktu tanam gandum lebih dulu ditanam daripada caisim. Selain itu areal penanaman caisim dalam sistem tumpangsari gandum/caisim lebih kecil dibanding areal penanaman untuk gandum, dimana dalam satu petak percobaan terdapat 6 baris tanaman dengan komposisi 4 baris tanaman gandum dan 2 baris tanaman caisim (baris ganda gandum).

Nisbah kompetisi atau rasio kompetitif sederhana (CR) merupakan ukuran kompetisi tumpangsari, untuk menunjukkan kemampuan kompetisi tanaman yang satu dengan lainnya atau tanaman mana lebih kompetitif dari yang lain. Data tumpangsari menunjukkan bahwa istilah CR ini dapat berguna dalam (i) membandingkan kemampuan kompetitif tanaman yang berbeda, (ii) mengukur perubahan kompetitif dalam kombinasi tertentu, (iii) mengidentifikasi karakter tanaman berhubungan dengan daya saing, dan (iv) menentukan keseimbangan persaingan antara komponen yang paling mungkin untuk memberikan keuntungan hasil maksimum (Willey dan Rao, 1980).

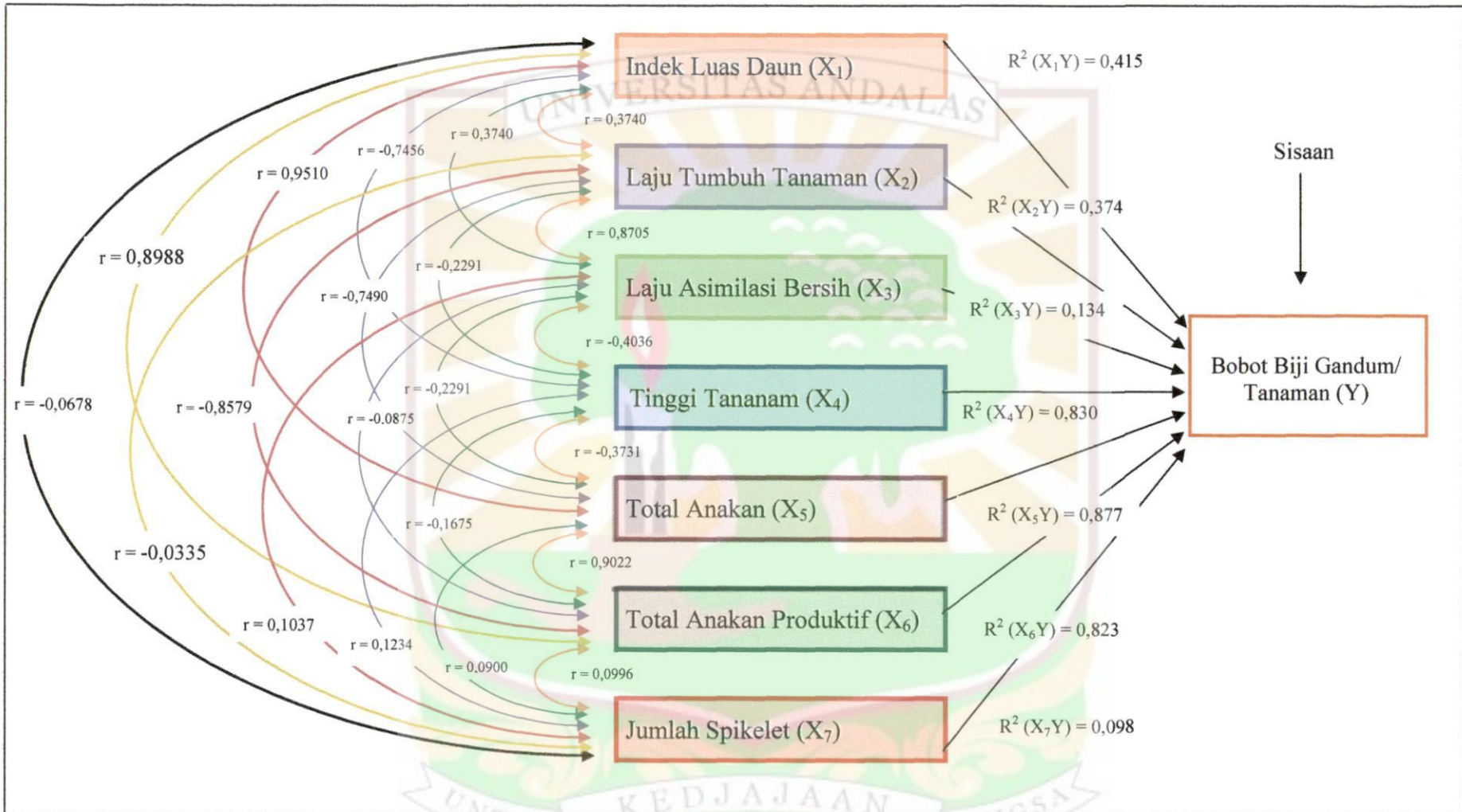
#### **4.7. Hubungan Antara Komponen Pertumbuhan dan Komponen Hasil dengan Hasil Tanaman**

Korelasi atau keeratan hubungan antara komponen pertumbuhan dan komponen hasil dengan hasil tanaman pada tanaman gandum dan pada tanaman

caisim dalam sistem tumpangsari gandum/caisim akan dijabarkan satu per satu sebagai berikut.

#### **4.7.1. Hubungan Antara Komponen Pertumbuhan/Hasil dengan Hasil Tanaman Gandum**

Komponen pertumbuhan yang diamati pada tanaman gandum meliputi indek luas daun, laju tumbuhan tanaman, laju asimilasi bersih, tinggi tanaman dan jumlah anakan. Sedangkan komponen hasil tanaman gandum yang diamati meliputi jumlah anakan produktif dan jumlah spikelet serta hasil tanaman gandum. Korelasi antara komponen pertumbuhan dan komponen hasil dengan hasil tanaman gandum dapat dilihat pada Gambar 5. Terlihat bahwa beberapa komponen pertumbuhan dan komponen hasil berkorelasi positif dengan hasil tanaman gandum seperti ILD, jumlah anakan total dan anakan produktif dengan nilai koefisien korelasi berturut-turut 0,8956, 0,9114 dan 0,7961. Namun beberapa komponen pertumbuhan dan hasil tanaman berkorelasi negatif terhadap hasil tanaman gandum dengan nilai koefisien korelasi berturut-turut -,6032, -0,1635, -0,3566 dan -0,1926 untuk laju tumbuh tanaman, laju asimilasi bersih, tinggi tanaman dan jumlah spikelet.



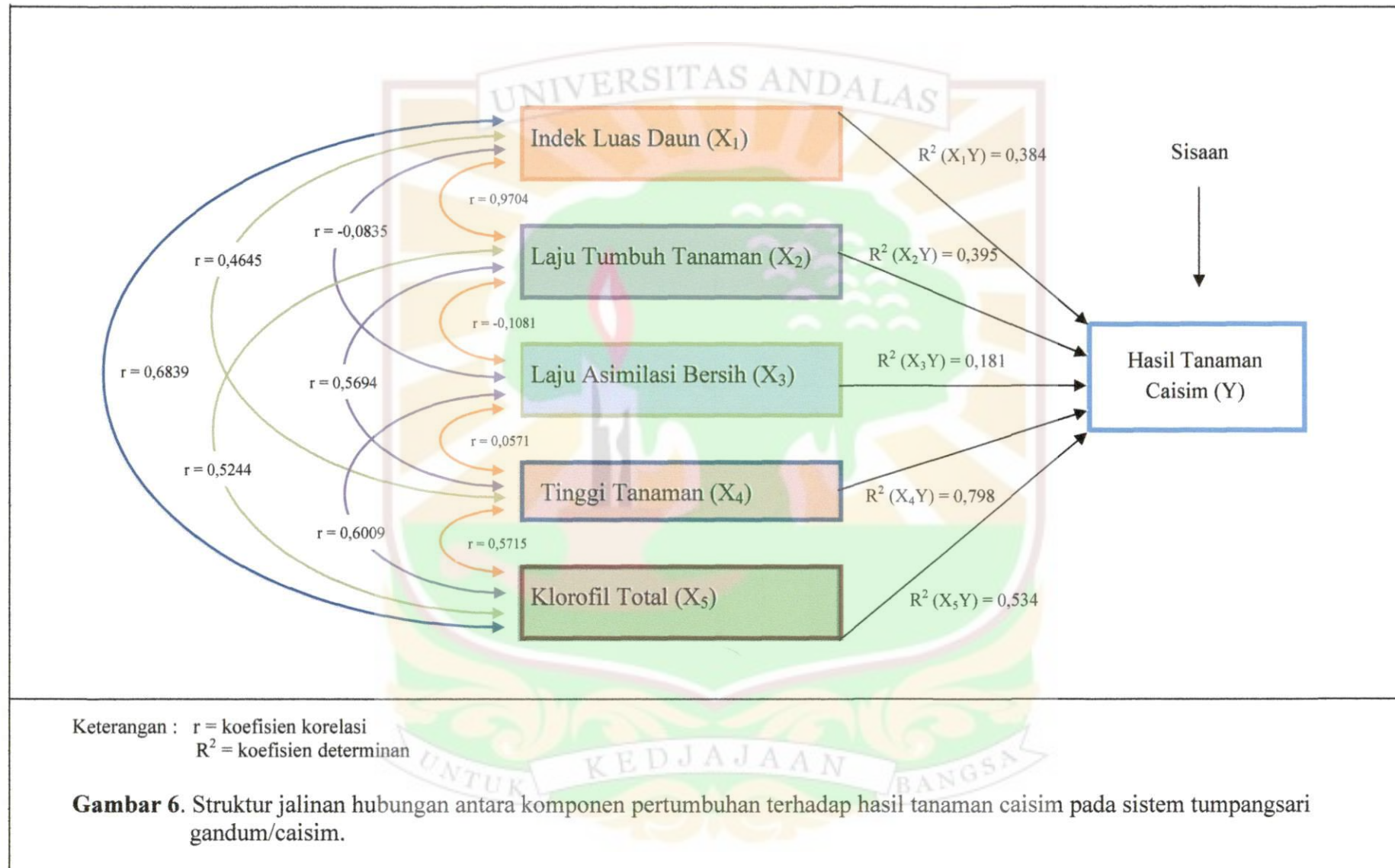
Keterangan :  $r$  = koefisien korelasi  
 $R^2$  = koefisien determinan

**Gambar 5.** Struktur jalinan hubungan antara komponen pertumbuhan dan komponen hasil terhadap hasil tanaman gandum pada sistem tumpangsari gandum/caisim.

Pada Gambar 5 terlihat bahwa hasil tanaman gandum sangat dipengaruhi oleh tinggi tanaman dimana tinggi tanaman menyumbang 83% terhadap hasil tanaman gandum per rumpun. Tertinggi total anakan menyumbang 88% terhadap hasil gandum per rumpun. Hal ini menunjukkan besarnya keterkaitan hubungan antara jumlah anakan dengan hasil tanaman gandum per rumpun. Sementara itu jumlah anakan produktif juga memberikan sumbangan yang besar terhadap hasil tanaman gandum yaitu 82%. Indek luas daun, laju tumbuh tanaman dan laju asimilasi bersih serta jumlah spikelet dengan nilai koefisien determinan berturut-turut 0,415, 0,374, 0,134 dan 0,098, hal ini menunjukkan bahwa Indek luas daun, laju tumbuh tanaman dan laju asimilasi bersih serta jumlah spikelet tidak memberikan sumbangan yang berarti terhadap hasil tanaman gandum.

#### **4.7.2. Hubungan Antara Komponen Pertumbuhan dengan Hasil Tanaman Caisim**

Pada tanaman caisim komponen pertumbuhan yang diamati meliputi indek luas daun, laju tumbuh tanaman, laju asimilasi bersih, tinggi tanaman dan kandungan klorofil. Hubungan komponen pertumbuhan dengan hasil tanaman caisim dapat dilihat pada Gambar 7 dimana terlihat bahwa hubungan saling keterkaitan antara ILD dengan LTT sangat tinggi yaitu nilai koefisien korelasinya 0,9704.



Berbeda dengan LAB yang terlihat pada Gambar 6, keterkaitan ILD dan LTT dengan LAB berkorelasi negatif. Hal ini menunjukkan semakin tinggi ILD dan LTT maka LAB akan semakin rendah. Sementara itu ILD juga menunjukkan korelasi yang baik terhadap hasil tanaman caisim per rumpun dengan nilai koefisien korelasi 0,8031. Sedangkan koefisien korelasi kandungan klorofil total yaitu 0,6306. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan klorofil maka hasil tanaman caisim per rumpun juga semakin tinggi.

Sementara itu untuk melihat seberapa besar pengaruh komponen pertumbuhan terhadap hasil tanaman caisim juga terlihat pada Gambar 6 yang menunjukkan keeratan hubungan antara komponen pertumbuhan dengan hasil tanaman caisim yang ditanam pada sistem tumpangsari gandum/caisim, dimana hasil tanaman caisim sangat dipengaruhi oleh komponen pertumbuhannya. Tinggi tanaman menyumbang 79,8% terhadap hasil tanaman caisim. Hal ini menunjukkan semakin tinggi tanaman caisim maka hasil akan semakin banyak. Sedangkan kandungan klorofil menyumbang 53,4% terhadap hasil tanaman caisim. Sementara itu indek luas daun, laju tumbuh tanaman dan laju asimilasi bersih terlihat belum memberikan pengaruh yang berarti terhadap hasil tanaman caisim yaitu hanya menyumbang 38,4 %, 39,5% dan 18,1% terhadap hasil tanaman caisim.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Selelah melaksanakan percobaan pada kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim terhadap pertumbuhan dan hasil pada pola tanam tumpangsari gandum/caisim dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim belum menunjukkan interaksi yang terbaik terhadap pertumbuhan tanaman gandum dan caisim.
2. Kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim belum memperoleh teknologi budidaya gandum dan caisim yang terbaik dalam sistem tumpangsari gandum/caisim.
3. Diperoleh produktifitas tanaman gandum dan caisim sebagai berikut :
  - a. Rata-rata hasil gandum pada sistem tumpangsari gandum/caisim yaitu 0,22 ton/ha dan hasil gandum pada monokultur yaitu 0,17 ton/ha.
  - b. Rata-rata hasil panen caisim pada sistem tumpangsari gandum/caisim yaitu 0,93 ton/ha dan hasil panen caisim pada monokultur 2.56 ton/ha.
  - c. Nilai rata-rata NKL dan ATER pada sistem tumpangsari gandum/caisim  $>1$ , menunjukkan bahwa tanaman gandum dan caisim lebih menguntungkan jika ditanam secara tumpangsari dibandingkan dengan penanaman secara tunggal pada luas lahan yang sama.
  - d. Nilai nisbah kompetisi gandum lebih besar dari pada nilai nisbah kompetisi caisim, menunjukkan bahwa tanaman gandum mampu bersaing dibandingkan tanaman caisim.

## 5.2. Saran

Dari kesimpulan pada percobaan kajian jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim pada sistem tumpangsari gandum/caisim dapat disarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Diperlukan pengujian yang lebih lanjut mengenai lokasi percobaan yang lebih kering (curah hujan dan kelembaban yang rendah) terhadap perlakuan jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim.
2. Diperlukan pengaturan yang lebih rapat terhadap jarak tanam gandum dan caisim untuk memaksimalkan produktifitas lahan.
3. Diperlukan pengujian yang lebih lanjut terhadap variasi tumpangsari gandum dengan tanaman hortikultura lainnya untuk meningkatkan produktifitas lahan dan pendapatan.
4. Diperlukan perhitungan *monetary advantage index* (MAI) atau indeks keuntungan moneter terhadap masing-masing komponen penyusun tumpangsari untuk menilai keuntungan ekonomis yang diperoleh dari sistem tumpangsari gandum/caisim.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alamtani, 2013. Kiat Sukses budidaya caisim organik (<http://www.alamtani.com/budidaya-caisim-organik.html>). [2 Agustus 2013].
- Alexander.J.R, 2011. Teknologi Budidaya Sawi. BPTP Maluku ([http://maluku.litbang.deptan.go.id/ind/index.php?option=com\\_content&view=article&id=289:te..](http://maluku.litbang.deptan.go.id/ind/index.php?option=com_content&view=article&id=289:te..)). [6 Agustus 2013].
- Amri, Asnil Bambani, 2012. <http://industri.kontan.co.id/news/impor-gandum-semakin-gemuk-tahun-ini>. [2 September 2012].
- Anonim, 2009. Products - Choi Sum (*Brassica parachinensis*) Cherry farm (<http://www.cherryfarms.co.uk/choisum.html>). UK. [7 Agustus 2013].
- Anonim, 2013. Gandum. (<http://www.id.wikipedia.org/wiki/gandum> [6 Agustus 2013]).
- Anonim, 2013. *Brassica rapa*. (<http://www.id.wikipedia.org/wiki/caisim> [7 Agustus 2013]).
- Aptindo, 2012. (<http://www.aptindo.or.id> [3 September 2012]).
- Badan Penelitian dan Pengembangan Tanaman Serealia (Balitsereal), 2013. Varietas dan Teknik Budidaya Gandum.
- Barri, N.L, 2003. Peremajaan kelapa berbasis usahatani polikultur penopang pendapatan petani berkelanjutan. Makalah falsafah sains (PPS 702) Program Pasca Sarjana/S3. Institut Pertanian Bogor.
- Beets, W.C, 1982. Multiple cropping and tropical farming system. Gower Publ Co., Chicago.
- Bakelaar, D, 2001. Sistem Intensifikasi Padi (The system of Rice Intensification). Sedikit dapat memberi banyak. Madagaskar.
- Chaniago, I, 2007. Penuntun Praktikum Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas. Padang.
- Dahlan, M., Rudjianto, J. Murdianto dan M. Yusuf, 2003. Usulan Pelepasan Varietas Gandum Balai Penelitian Tanaman Serealia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

- Dinas Pertanian Tanaman Pangan, Kabupaten Pasuruan, 2011. ([http://www.dispertakab-pasuruan.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1278%3Agandum&catid=101%3Akategori3&Itemid=291&lang=in](http://www.dispertakab-pasuruan.com/index.php?option=com_content&view=article&id=1278%3Agandum&catid=101%3Akategori3&Itemid=291&lang=in)).
- Direktorat Budidaya Serealia, 2008. Rencana teknis pengembangan gandum. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. Jakarta.
- Dirjen Bina Produksi Tanaman Pangan, 2001. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. Jakarta.
- Dwijoseputro, 1994. Pengantar Fisiologi Tanaman. Gramedia. Jakarta.
- Fahrudin, F, 2009. Budidaya Caisim (*Brassica juncea* L). Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Gardner, F.P, R.Brent Pearce, Roger.L.Mitchell, 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Gregory, F.G., 1962. The effect of climatic condition on the growth of barley. *Ann.Bot, Lond.* 40: 1-26.
- Haryanto, E. Suhartini, T. Rahayu, E, 2003. Sawi dan Selada. Penebar Swadaya. Jakarta
- Helmi, 2013. Perkembangan riset Unand untuk membangun landasan kebijakan peningkatan produksi gandum tropis Indonesia. Seminar Nasional Pengembangan Gandum di Indonesia. Unand. Padang.
- Herlina, 2011. Kajian jarak tanam dan waktu tanam jagung manis dalam sistem tumpangsari jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt) dan kacang tanah (*Arachis hypogea* L). Artikel. Pascasarjana. Unand. Padang.
- Hidema J, A.Makino, Y.Kurita, T.Mae, K.Ohjima, 1992. Changes in the Level of Chlorophyll and Light-harvesting Chlorophyll a/b Protein PS II in Rice Leaves Agent Under Different Irradiances from Full Expansion Through Senescense. *Plant Cell Physiol* 33(8): 1209-1214.
- Hiebsch,C.K, dan R.E. McCollum. 1987, Area time equivalency ratio: A method for evaluating the productivity of intercrops. *Agronomy Journal* 79:15-22.
- Hunt, R., 1979. Plant Growth analysis: the rationale behind the use of fitted mathematical function, *Ann. Bot.*43, 245-249.
- Ibnusina, F, 2013. Pengaruh pemberian beberapa pupuk nitrogen terhadap pertumbuhan dan produksi beberapa kultivar gandum (*Triticum aestivum*

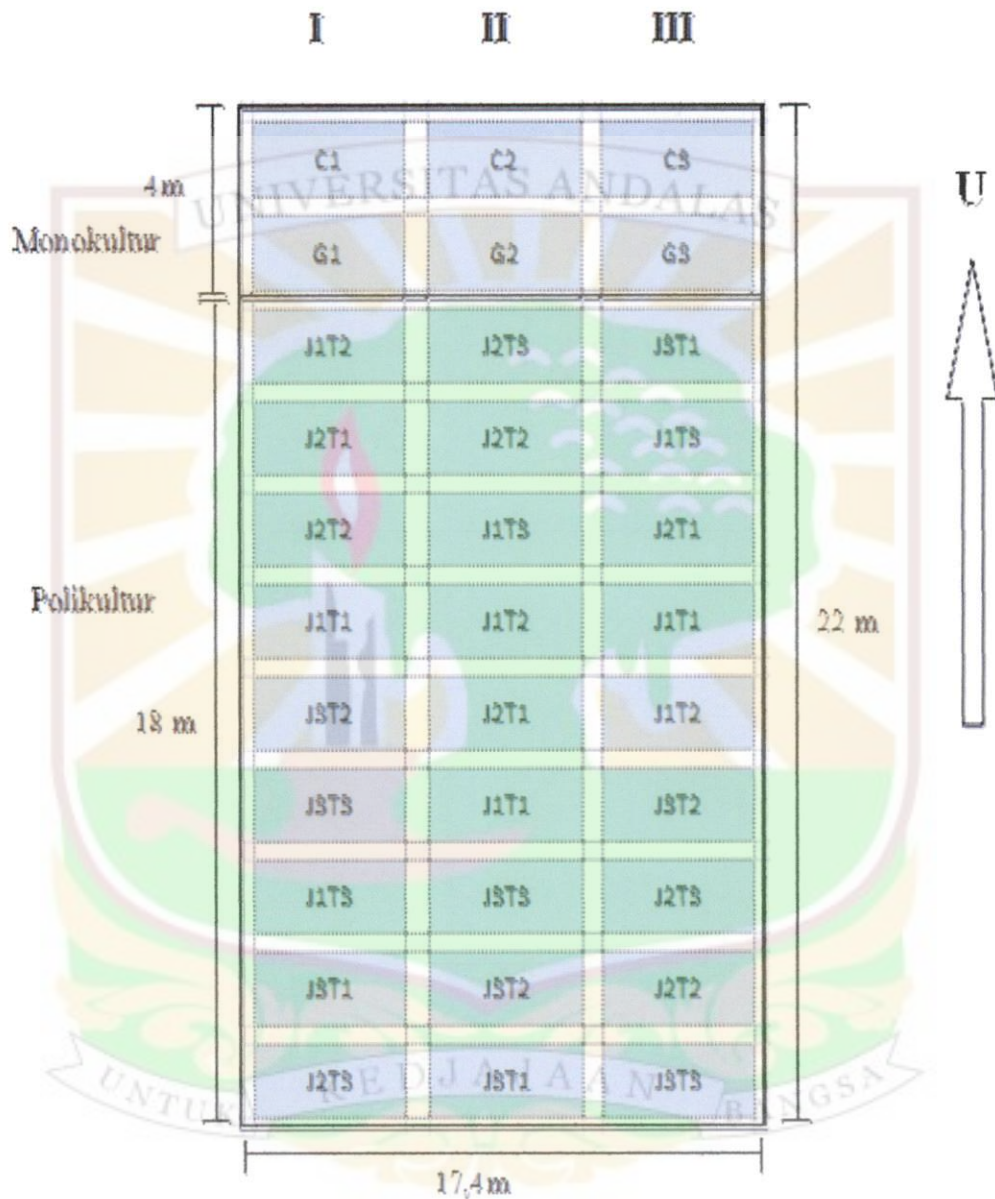
- L.) di Alahan Panjang Kabupaten Solok. Tesis. Pascasarjana. Unand. Padang.
- Irwan, A.W. Teknik Budidaya Gandum. Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Kadekoh, 2007. Komponen hasil dan hasil kacang tanah berbeda jarak tanam dalam sistem tumpangsari dengan jagung yang didedfoliasi pada musim kemarau dan musim hujan. *J. Agroland*:11-17.
- Kartasaputra, A.G, 1988. Teknologi Benih. PT. Bina Aksara. Jakarta. 188 hal.
- Lakitan B, 2001. Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Langat, M.C., M.A. Okiror, R.M. Gesimba, 2006. The effect of intercropping groundnut (*Arachis hypogaeae* L.) with sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) on yield and cast income. *Agricultura Tropica et Subtropica* Vol.39(2).
- Mandal, B.K., M.C., Dhare, B.B. Mandal, s.K. Das dan R. Nandy, 1990. Rice, Mungbean, Soybean, Peanut, Ricebean And Blackgram Yields Under Different Intercropping System. *Argon.J.*, 82, 1063-1066.
- Marta, N, 2013. Pengaruh Jarak Tanam dan Jumlah Benih per Lubang Tanam terhadap Pertumbuhan dan Produksi Gandum (*Triticum aestivum* L) Varietas Dewata di Alahan Panjang Kabupaten Solok. Tesis. PPS Unand. Padang.
- Marthiana, M dan Baharsyah, 1981. Pengaruh Waktu Tanam Kedelai (*Glicine Max* (L) Mer.) terhadap Hasil dan Komponen Hasil Kedua Tanaman. *Bull. Agron.* XIII(1) : 24-34.
- McKinney, G., 1941. Absorbtion of light by chlorophyll solution, *J. Biol. Chem.* 140, 315.
- Mead, R dan R.W. Willey, 1980. The Concept of a land equivalent ratio and advantages in yields for intercropping. *Exp. Agric.* 16:217-228.
- Misbar, S.M., 1994. Pengaruh Pola Tumpangsari Ubi Kayu Adira I dan Kedelai Orba terhadap Retensi Polong dan Hasil Kedelai Orba. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijawa. Malang.
- Murdono, D, 2013. Teknologi Budidaya, Pasca Panen dan Peluang Pasar Gandum Indonesia, Workshop Nasional Pengembanan Gandum di Indonesia. Universitas Andalas. Padang.

- Nasir, A.A, 1987. Beberapa Aspek Agroklimak Dalam Pengembangan Tanaman Gandum (*Triticum Sp*) di Indonesia. Fakultas Pertanian, PascaSarjana. IPB. Bogor.
- Nur, A., Trikoesoemaningtyas, K. Nurul, S. Sriani, 2010. Phenologi Pertumbuhan dan Produksi Gandum pada Lingkungan Tropika Basah, dalam Prosiding Pekan Serealia Nasional. 2010. Hal 188-198.
- Nur, A., Trikoesoemaningtyas, K. Nurul, Yahya, S, 2012. Evaluasi dan keragaman genetik 12 galur gandum introduksi di lingkungan tropika basah. *J. Agrivigor* 11(2): 230-243, Mei –Agustus 2012; ISSN 1412-2286.
- Nurshanti, D.F, 2009. Pengaruh pemberian pupuk organik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi caisim (*Brassica juncea L.*). *AgronobiS*, Vol.1. ISSN:1979-8245x. Hal.89-98.
- Pinem, T, 2011. Kajian Waktu Tanam dan Populasi Kacang Tanah terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung dan Kacang Tanah dalam Sistem Tumpangsari Jagung/Kacang Tanah. Tesis. PPS. Universitas Andalas. Padang.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian Trend Konsumsi Pangan Gandum di Indonesia (<http://pustaka.litbang.deptan.go.id/publikasi/wr255036.pdf>). Bogor
- Rahmat, R, 2007. Bertanam Petsai Dan Sawi. Yogyakarta: Kanisius.
- Salaki M, 2000. Biologi Sel. Proyek Pengembangan Perguruan Tinggi Indonesia Timur. Kerjasama Universitas Sam Ratulangi Canadian Internasioal Development Agency Simon Fraser University.
- Salisbury FB, Ross WC, 1991. Fisiologi Tumbuhan. Jilid 2. ITB. Bandung.
- Santoso. 2004. Fisiologi Tumbuhan. Bengkulu : Universitas Muhammadiyah. Bengkulu.
- Singh, J., 1987, Field Manual of Maize Breeding Procedures. Indian Aricultural Research Institute New Delhi. India.
- Siregar, H, 1987. Budidaya tanaman padi di Indonesia. Sastra Hudaya. Jakarta.
- Sitompul, S.M dan Guritno B. 1995. Analisis Pertumbuhan Tanaman. Gadjah Mada. University Press. Yogyakarta.
- Sukamto, 2013. Teknik Budidaya Gandum. Seminar Nasional Pengembangan Gandum di Indonesia. Universitas Andalas. Padang.

- Sulistyaningsih, E, Kurniasih, B, Kurniasih, E, 2003. Pertumbuhan dan hasil caisin pada berbagai sunkup plastik. Ilmu Pertanian Vol.12 No.1, 2005: 65-76.
- Sullivan, P, 2003. Intercropping Principles and Production Practices. Agronomy System Guide. NCAT Agriculture Specialist
- Sumenda, L, Henny L.Rampe, Feky R.Mantiri, 2011. Analisis Kandungan Klorofil Daun Mangga (*Mangifera indica* L) pada Tingkat Perkembangan daun yang Berbeda. Jurnal Bioslogos, Vol.1 Nomor 1.
- Sunarjono, H, 2011. Seri Agribisnis, Bertanam 30 Jenis Sayur, Penerbit Swadaya, Depok. 183 hal.
- Suswono, 2012. Laporan Kinerja Kementerian Pertanian Tahun 2011. Kementerian Pertanian Tahun 2011. Jakarta.
- Syarif, Z, 2004. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kentang dengan dan Tanpa Diikatkan pada Turus dalam sistem Tupangsari Kentang/Jagung dengan Berbagai Waktu Tanam Jagung di Dua Lokasi Dataran Medium Berbeda Elevasi. Disertasi. Pascasarjana Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Thobatsi, T., 2009. Growth and yield responses of maize (*Zea mays* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata* L.) in an intercropping system (desertasi), the faculty of Natural and Agricultural Sciences Department of Plant Production and Soil Science University of Pretoria.
- Thomas, JMG, Boote KJ, Allen LH, gallo-Meagher JrM, Davis JM, 2003. Elevated temperature and carbon dioxide effects on soybean seed germination and transscript abundance. Crop Sci. 43: 1548-1557.
- Tobing, B,L, 1987. Pengaruh kadar air tanah terhadap pertumbuhan, perkembangan dan hasil tanaman gandum (*Triticum*, spp). Jurusan Geomet. FMIPA. IPB. Bogor.
- Warsana, 2009. Introduksi Teknologi Jagung dan Kacang Tanah. Sinar Tani. Artikel. Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian, RI. Jakarta. (<http://www.litbang.deptan.go.id/artikel/one/234/pdf/Introduksi%20Teknologi%20Tumpangsari%20Jagung%20dan%20Kacang%20Tanah.pdf>)
- Wibowo, 2013. Multiple Cropping. Artikel. (<http://wibowo19.wordpress.com/2009/10/28/multiple-cropping/>) [4 Agustus 2013].
- Willey,R.W and M.R.Rao, 1980. A Competitive Ratio for Quantifying Competition Between Intercrops. Research Article. Experimental Agriculture Vol 16. Cambridge University Press. UK.



Lampiran 2 : Denah percobaan tumpangsari gandum/caisim dengan berbagai jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim.



Keterangan :

I, II, III = kelompok

J = Perlakuan Jarak tanam (1,2,3)

T = Perlakuan waktu tanam (1,2,3)

Jarak plot antar kelompok = 0,8 m

Jarak plot dalam kelompok = 0,5 m

Luas lahan = 382,8 m<sup>2</sup>

Keterangan :

G1 = Mono gandum kelompok 1

G2 = Mono gandum kelompok 2

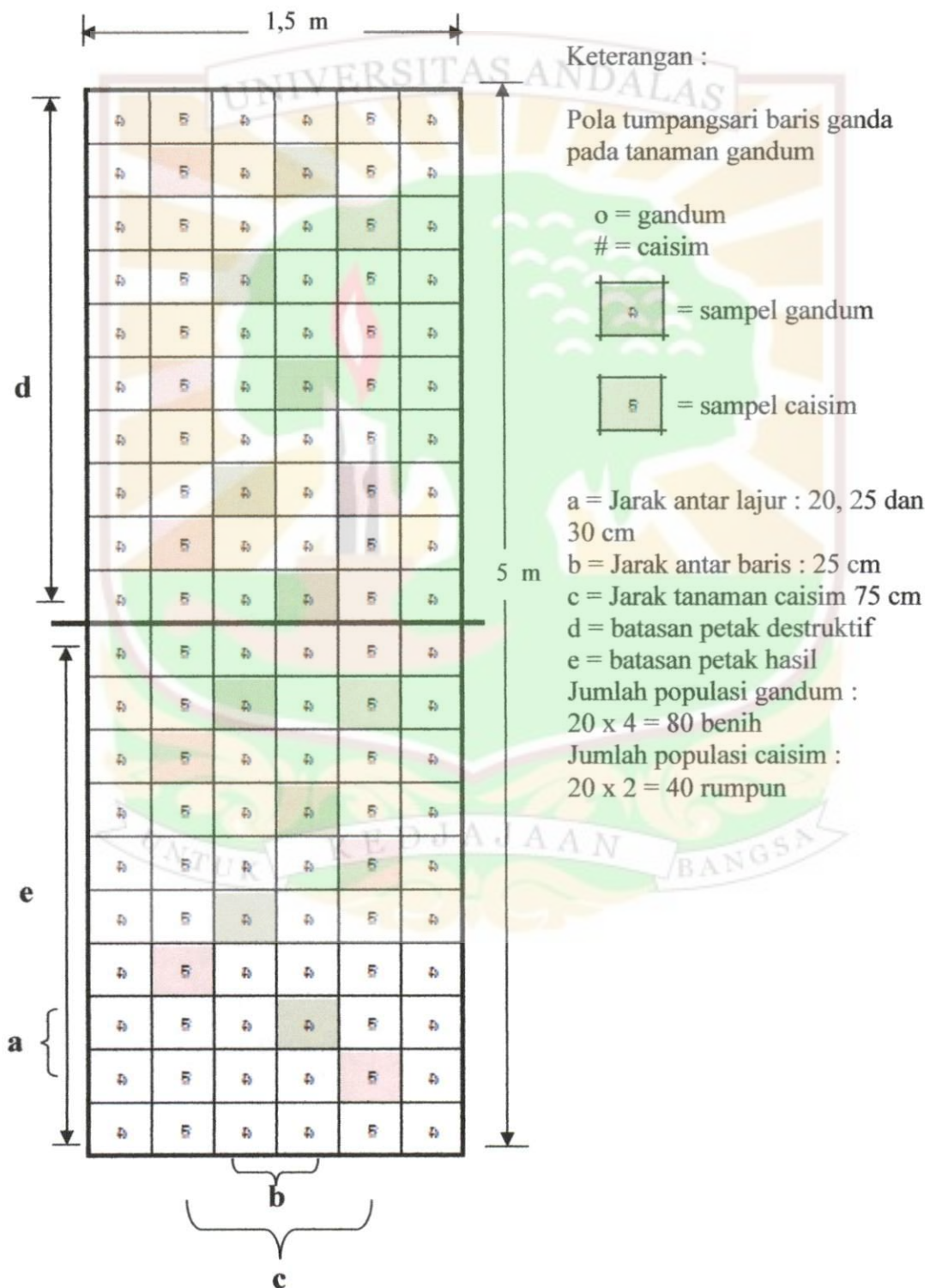
G3 = Mono gandum kelompok 3

C1 = Mono caisim kelompok 1

C2 = Mono caisim kelompok 2

C3 = Mono caisim kelompok 3

Lampiran 3 : Tata letak tanaman dalam petak tumpangsari gandum/caisim dengan berbagai jarak tanam gandum dan waktu tanam caisim.



#### ampiran 4 : Deskripsi Tanaman

##### a. Gandum Genotype Is-Jarissa

1. Memiliki biji yang keras dan berwarna coklat.
2. Pertumbuhan cepat, tingginya dapat mencapai 95 cm.
3. Memiliki ketahanan yang sedang sampai baik, sangat tahan terhadap busuk daun.
4. Bulir/biji sangat keras, mengandung protein dan gluten tinggi.

Sumber : Breeding Station Istropol Solary, Republik Slovakia

##### b. Caisim (*Brassica rapa*) var. *parachinensis*

Herba semusim yang mudah tumbuh. Perkecambahannya epigeal. Sewaktu muda tumbuh lemah, tetapi setelah daun ketiga dan seterusnya akan membentuk setengah roset dengan batang yang cukup tebal, namun tidak berkayu. Daun elips, dengan bagian ujung biasanya tumpul. Warnanya hijau segar, biasanya tidak berbulu.

Menjelang berbunga sifat rosetnya agak menghilang, menampakkan batangnya. Bunganya kecil, tersusun majemuk berkarang. Mahkota bunganya berwarna kuning, berjumlah 4 (khas Brassicaceae). Benang sarinya 6, mengelilingi satu putik. Buahnya menyerupai polong tetapi memiliki dua daun buah dan disebut *siliqua*. sawi adalah tumbuhan kuning, yang merambat (Anonimus, 2013).

### Lampiran 5 : Metode Pengukuran Kadar Klorofil secara Spektrofotometrik

#### 1. Bahan dan Alat :

- a. Daun gandum
- b. Larutan Aceton 80%
- c. Penyaring (corong) Buchner
- d. Pipet Tetes
- e. Gelas ukur
- f. Spektrofotometer
- g. Pisau
- h. Mortar
- i. Labu ukur

#### 2. Cara Kerja :

- a. 50 mg daun yang masih segar dirajang (iris), kemudian diekstraksi dengan 2 ml larutan acetone 80% dengan menggunakan mortar. Setelah daun halus ditambahkan lagi acetone sehingga total volumenya menjadi 10 ml. Ekstraksi (penggerusan) harus dilakukan dalam keadaan tanpa cahaya.
- b. Yakinkan bahwa semua pigmen klorofil dari daun telah keluar seluruhnya dan hal ini dapat dilihat dari ampasnya yang berwarna putih.
- c. Pindahkan larutan ekstrak tersebut kedalam tabung sentrifuge dan lakukan sentrifugasi pada kecepatan 650 x g (2000 rpm, bila panjang radius centrifuge berjarak 14 cm dari porosnya), selama 15 menit.
- d. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 645 nm dan 663 nm dengan menggunakan spektrofotometer.
- e. Perhitungan kandungan klorofil dengan menggunakan koefisien absorpsi spesifik yang telah ditentukan oleh McKinney (1941) :

$$C_{\text{total}} = (20.2 \times D_{645} + 8.02 \times D_{663}) / \text{LFW}$$

$$C_a = (12.7 \times D_{663} - 2.69 \times D_{645}) / \text{LFW}$$

$$C_b = (22.9 \times D_{645} - 4.68 \times D_{663}) / \text{LFW}$$

Keterangan :

$C_{\text{total}}$  = total klorofil (mg per mg bobot segar daun)

$C_a$  = klorofil a (jug per mg bobot segar daun)

$C_b$  = klorofil b (jug per mg bobot segar daun)

$D_{645}$  = absorbance reading at 645 nm

$D_{663}$  = absorbance reading at 663 nm

LFW = bobot segar sampel daun yang diekstraksi

**Sumber** : Irawati, C. (2007)., Penuntun Praktikum Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan, Jurusan BDP, Fak. Pertanian, Universitas Andalas.

Lampiran 6 : **Data curah hujan pada daerah percobaan (Arosuka) sejak bulan September 2012 sampai Maret 2013**

Tgl	Sep-12	Okt-12	Nop-12	Des-12	Jan-13	Feb-13	Mar-13
1	0	0	10	23	0	3	14
2	0	12	23	6	0	2	23
3	0	0	0	14	5	0	6
4	0	1	1	0	14	0	9
5	0	3	25	21	9	0	0
6	0	0	0	19	8	0	4
7	0	0	30	10	0	24	18
8	0	10	12	0	0	18	0
9	0	0	3	0	3	0	0
10	3	5	5	0	16	16	0
11	1	2	6	31	28	0	26
12	5	21	0	22	1	0	13
13	13	0	0	15	0	28	10
14	0	4	27	0	4	0	1
15	0	0	0	26	17	18	7
16	2	7	32	19	22	29	0
17	0	3	6	13	11	15	0
18	1	0	0	4	3	2	3
19	0	13	17	8	0	0	1
20	0	3	22	0	2	5	0
21	5	6	0	0	0	0	0
22	1	9	0	25	17	0	32
23	0	14	15	32	13	32	0
24	0	26	21	24	9	11	20
25	0	0	3	6	7	21	5
26	6	0	7	18	0	7	17
27	0	0	9	0	0	9	27
28	17	0	19	16	0	0	0
29	8	0	25	7	27	0	6
30	5	0	9	29	25	0	19
31	0	0	0	3	30	0	21
Jml CH	67	139	327	391	271	240	282
Jml HH	12	16	22	23	21	17	21

Sumber : Klimatologi BPTP Sumbar, Sukarami

### Lampiran 7. Dokumentasi percobaan



Persiapan lahan percobaan



Bibit caisim umur 10 hari



Penanaman caisim pada saat gandum berumur 9 MST (T1)



Tumpangsari gandum/caisim Pada saat caisim umur 4 MST



Sampel tanaman gandum umur 14 MST perlakuan jarak tanam gandum 20x25cm dengan waktu tanam caisim 9 MST gandum (J1T1).



Malai dan biji gandum IS-Jarissa

## Lampiran 8. Tabel Sidik Ragam

## a. Variabel Pertumbuhan Gandum

## 1. Indek Luas daun (ILD) Gandum

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	Pr>F
Perlakuan	10	1.8131	0.1813	1.31	0.31
A = Jarak	2	0.7569	0.3784	2.73	0.10
B = Waktu	2	0.0513	0.0256	0.18	0.83
AB = Interaksi	4	0.3087	0.0772	0.56	0.70
Kelompok	2	0.6963	0.3481	2.51	0.11
Galat	16	2.2214	0.1388		
Total	26	4.0345			
KK	29.39%				

## 2. Laju Tumbuh Tanaman Rata-rata (LTT)

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	Pr>F
Perlakuan	10	2.1462	0.2146	2.33	0.06
A = Jarak	2	0.6513	0.3256	3.54	0.05
B = Waktu	2	0.5239	0.2620	2.84	0.09
AB = Interaksi	4	0.1907	0.0477	0.52	0.72
Kelompok	2	0.7803	0.3901	4.24	0.03
Galat	16	1.4735	0.0921		
Total	26	3.6197			
KK	23.04%				

## 3. Laju Asimilasi Bersih (LAB) Gandum

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	Pr>F
Perlakuan	10	0.7541	0.7541	1.35	0.29
A = Jarak	2	0.0542	0.0271	0.49	0.62
B = Waktu	2	0.3267	0.1633	2.93	0.08
AB = Interaksi	4	0.1213	0.3030	0.54	0.71
Kelompok	2	0.2518	0.1259	2.26	0.14
Galat	16	0.8933	0.0558		
Total	26	1.6474			
KK	24.54%				

## 4. Tinggi Gandum (cm)

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	Pr>F
Perlakuan	10	1008.5422	100.8542	1.37	0.28
A = Jarak	2	333.2622	166.6311	2.27	0.14
B = Waktu	2	53.1289	26.5644	0.36	0.70
AB = Interaksi	4	113.1822	28.2956	0.39	0.82
Kelompok	2	508.9689	254.4844	3.47	0.06
Galat	16	1173.7778	73.3611		
Total	26	2182.3200			
KK	13.62%				

## b. Variabel Hasil Gandum

## 1. Jumlah Anakan total Gandum (batang)

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	Pr>F
Perlakuan	10	407.7126	40.7713	1.03	0.46
A = Jarak	2	169.3363	84.6681	2.13	0.15
B = Waktu	2	24.1096	12.0548	0.30	0.74
AB = Interaksi	4	68.8326	17.2081	0.43	0.78
Kelompok	2	145.4341	72.7170	1.83	0.19
Galat	16	634.9393	39.6837		
Total	26	1042.6519			
KK	33.29%				

## 2. Jumlah Anakan Produktif

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	Pr>F
Perlakuan	10	200.1956	20.0196	0.38	0.94
A = Jarak	2	145.0672	72.5336	1.36	0.28
B = Waktu	2	4.3172	2.1586	0.04	0.96
AB = Interaksi	4	41.7572	10.4393	0.20	0.94
Kelompok	2	9.0539	4.5269	0.09	0.92
Galat	16	850.8161	53.1760		
Total	26	1051.0117			
KK	43.09%				

## 3. Panjang Malai (cm)

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	Pr>F
Perlakuan	10	3.0071	0.3007	0.49	0.87
A = Jarak	2	0.6562	0.3281	0.54	0.59
B = Waktu	2	0.5108	0.2554	0.42	0.67
AB = Interaksi	4	0.3675	0.0919	0.15	0.96
Kelompok	2	1.4726	0.7363	1.20	0.33
Galat	16	9.7780	0.6111		
Total	26	12.7851			
KK	9.21%				

## 4. Jumlah Spikelet

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	Pr>F
Perlakuan	10	10.8802	1.0880	0.92	0.54
A = Jarak	2	0.4623	0.2312	0.20	0.82
B = Waktu	2	1.8553	0.9277	0.79	0.47
AB = Interaksi	4	3.8942	0.9736	0.82	0.53
Kelompok	2	4.6683	2.3341	1.98	0.17
Galat	16	18.8913	1.1807		
Total	26	29.7715			
KK	6.65%				

## 5. Jumlah Bulir per Malai

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	Pr>F
Perlakuan	10	30.2281	3.1228	0.72	0.70
A = Jarak	2	1.6029	0.8015	0.19	0.83
B = Waktu	2	4.4207	2.2104	0.52	0.60
AB = Interaksi	4	4.8348	1.2087	0.29	0.88
Kelompok	2	19.3696	9.6848	2.30	0.13
Galat	16	67.3970	4.2123		
Total	26	97.6252			
KK	61.44%				

## 6. % hampa

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	Pr>F
Perlakuan	10	0.0153	0.0015	0.84	0.60
A = Jarak	2	0.0010	0.0005	0.26	0.77
B = Waktu	2	0.0024	0.0012	0.66	0.53
AB = Interaksi	4	0.0021	0.0005	0.29	0.87
Kelompok	2	0.0098	0.0049	2.68	0.10
Galat	16	0.0292	0.0018		
Total	26	0.0445			
KK	4.59%				

## 7. Berat 1000 Bulir

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	Pr>F
Perlakuan	10	51.9300	5.1930	0.65	0.76
A = Jarak	2	23.2251	11.6125	1.45	0.26
B = Waktu	2	7.9069	3.9535	0.49	0.62
AB = Interaksi	4	9.7606	2.4401	0.30	0.87
Kelompok	2	11.0374	5.5187	0.69	0.52
Galat	16	128.5124	8.0320		
Total	26	180.4424			
KK	15.81%				

## 8. Hasil Tanaman Gandum Per Rumpun

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	Pr>F
Perlakuan	10	0.6820	0.0682	0.50	0.87
A = Jarak	2	0.2450	0.1225	0.89	0.43
B = Waktu	2	0.0250	0.0125	0.09	0.91
AB = Interaksi	4	0.1978	0.0494	0.36	0.83
Kelompok	2	0.2142	0.1071	0.78	0.48
Galat	16	2.2028	0.1377		
Total	26	2.8848			
KK	39.09%				

## 9. Hasil Tanaman Gandum per Ha (ton)

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	Pr>F
Perlakuan	10	0.0647	0.0065	0.70	0.71
A = Jarak	2	0.0138	0.0069	0.75	0.49
B = Waktu	2	0.0011	0.0006	0.06	0.94
AB = Interaksi	4	0.0157	0.0039	0.43	0.79
Kelompok	2	0.0341	0.0170	1.85	0.19
Galat	16	0.1473	0.0092		
Total	26	0.2120			
KK	43.55%				

## 10. Indek Panen Gandum

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	Pr>F
Perlakuan	10	0.0051	0.0005	0.60	0.79
A = Jarak	2	0.0008	0.0004	0.46	0.64
B = Waktu	2	0.0010	0.0005	0.60	0.56
AB = Interaksi	4	0.0030	0.0008	0.90	0.49
Kelompok	2	0.0003	0.0001	0.18	0.84
Galat	16	0.0134	0.0008		
Total	26	0.0185			
KK	24.62%				

## c. Variabel Pertumbuhan Caisin

## 1. Indek Luas daun (ILD) Caisim

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	Pr>F
Perlakuan	10	0.7266	0.0727	1.65	0.18
A = Jarak	2	0.0080	0.0040	0.09	0.91
B = Waktu	2	0.2157	0.1078	2.45	0.12
AB = Interaksi	4	0.0411	0.0103	0.23	0.92
Kelompok	2	0.4619	0.2310	5.25	0.02
Galat	16	0.7036	0.0440		
Total	26	1.4303			
KK	24.89%				

## 2. Laju Asimilasi Bersih (LAB) Caisin

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	Pr>F
Perlakuan	10	0.1392	0.0139	0.30	0.97
A = Jarak	2	0.0118	0.0059	0.13	0.88
B = Waktu	2	0.0153	0.0077	0.16	0.85
AB = Interaksi	4	0.0194	0.0048	0.10	0.98
Kelompok	2	0.0927	0.0464	0.99	0.39
Galat	16	0.7490	0.0468		
Total	26	0.8882			
KK	43.59%				

## 3. Laju Tumbuh Tanaman Rata-rata (LTT) Caisim

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	Pr>F
Perlakuan	10	0.6199	0.0619	1.66	0.18
A = Jarak	2	0.0091	0.0046	0.12	0.89
B = Waktu	2	0.2299	0.1149	3.07	0.07
AB = Interaksi	4	0.0123	0.0031	0.08	0.99
Kelompok	2	0.3686	0.1843	4.92	0.02
Galat	16	0.5991	0.0374		
Total	26	1.2191			
KK	42.68%				

## 4. Tinggi Tanaman Caisin

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	Pr>F
Perlakuan	10	356.2431	35.6243	1.28	0.32
A = Jarak	2	38.8802	19.4401	0.70	0.51
B = Waktu	2	76.1180	38.0590	1.37	0.28
AB = Interaksi	4	100.1559	25.0390	0.90	0.49
Kelompok	2	141.0891	70.5445	2.54	0.11
Galat	16	445.2193	27.8262		
Total	26	801.4624			
KK	21.53%				

## 5. Uji Klorofil (C Total)

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	Pr>F
Perlakuan	10	0.0121	0.0012	3.61	0.01
A = Jarak	2	0.0007	0.0004	1.07	0.37
B = Waktu	2	0.0087	0.0005	1.36	0.29
AB = Interaksi	4	0.0018	0.0005	1.36	0.29
Kelompok	2	0.0009	0.0004	1.27	0.31
Galat	16	0.0054	0.0003		
Total	26	0.0175			
KK	11.48%				

## 6. Uji Klorofil (Klorofil a)

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	Pr>F
Perlakuan	10	0.0046	0.0005	2.80	0.03
A = Jarak	2	0.0008	0.0004	2.31	0.13
B = Waktu	2	0.0017	0.0009	5.30	0.02
AB = Interaksi	4	0.0011	0.0003	1.68	0.20
Kelompok	2	0.0010	0.0005	3.04	0.08
Galat	16	0.0026	0.0002		
Total	26	0.0072			
KK	10.74%				

## 7. Uji Klorofil (Klorofil b)

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	Pr>F
Perlakuan	10	0.0033	0.0003	4.81	0.00
A = Jarak	2	0.0000	0.0000	0.26	0.77
B = Waktu	2	0.0030	0.0015	22.36	0.00
AB = Interaksi	4	0.0002	0.0000	0.61	0.66
Kelompok	2	0.0000	0.0000	0.21	0.81
Galat	16	0.0011	0.0001		
Total	26	0.0043			
KK	20.39%				

#### d. Variabel Hasil Caisin

##### 1. Hasil Tanaman Caisin per Rumpun

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	Pr>F
Perlakuan	10	2208.2769	220.8277	1.31	0.40
A = Jarak	2	67.4357	33.7178	0.20	0.82
B = Waktu	2	709.9151	354.9575	2.10	0.16
AB = Interaksi	4	617.5025	154.3756	0.91	0.48
Kelompok	2	813.4237	406.7118	2.41	0.12
Galat	16	2704.7727	169.0483		
Total	26	4913.0496			
KK	44.59%				

##### 2. Hasil Tanaman Caisin per hektar (ton)

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	Pr>F
Perlakuan	10	2.9740	0.2974	0.99	0.49
A = Jarak	2	0.0771	0.0385	0.13	0.88
B = Waktu	2	0.2303	0.1151	0.38	0.69
AB = Interaksi	4	1.4998	0.3749	1.25	0.33
Kelompok	2	1.1668	0.5834	1.94	0.18
Galat	16	4.8167	0.3010		
Total	26	7.7907			
KK	58.86%				

##### 3. Indek Panen (IP) Caisin

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	Pr>F
Perlakuan	10	0.4919	0.0492	14.74	<.0001
A = Jarak	2	0.0058	0.0029	0.86	0.44
B = Waktu	2	0.4378	0.2189	65.61	<.0001
AB = Interaksi	4	0.0256	0.0064	1.92	0.16
Kelompok	2	0.0228	0.0114	3.42	0.06
Galat	16	0.0534	0.0033		
Total	26	0.5453			
KK	7.01%				

### e. Tumpangsari

#### 1. NKL

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	Pr>F
Perlakuan	10	2.0087	0.2009	0.82	0.61
A = Jarak	2	0.3543	0.1772	0.73	0.50
B = Waktu	2	0.0477	0.0238	0.10	0.91
AB = Interaksi	4	0.3526	0.0881	0.36	0.83
Kelompok	2	1.2541	0.6271	2.57	0.11
Galat	16	3.9007	0.2438		
Total	26	5.9094			
KK	35.11%				

#### 2. ATER

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	Pr>F
Perlakuan	10	1.5336	0.1534	0.74	0.68
A = Jarak	2	0.3044	0.1522	0.73	0.50
B = Waktu	2	0.0296	0.0148	0.07	0.93
AB = Interaksi	4	0.3275	0.0819	0.39	0.81
Kelompok	2	0.8721	0.4360	2.10	0.15
Galat	16	3.3175	0.2073		
Total	26	4.8511			
KK	40.10%				

#### 3. NK g

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	Pr>F
Perlakuan	10	2.7735	0.2774	0.31	0.97
A = Jarak	2	0.8192	0.4096	0.45	0.64
B = Waktu	2	0.5099	0.2549	0.28	0.76
AB = Interaksi	4	1.2540	0.3135	0.35	0.84
Kelompok	2	0.1905	0.0952	0.11	0.90
Galat	16	14.4952	0.9060		
Total	26	17.2688			
KK	57.58%				

## 4. NK c

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	Pr>F
Perlakuan	10	1.1633	0.1163	0.70	0.71
A = Jarak	2	0.2106	0.1053	0.63	0.54
B = Waktu	2	0.1452	0.0726	1.17	0.36
AB = Interaksi	4	0.7812	0.1950	1.17	0.36
Kelompok	2	0.0274	0.0137	0.08	0.92
Galat	16	2.6593	0.1662		
Total	26	3.8227			
KK	53.99%				

