

TUMPANGSARI BERBASIS LEGUM : A REVIEW

ARTIKEL REVIEW

Subagiono¹, Auzar Syarif², Zulfadly Syarif² dan Benni Satria²¹Prodi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muara Bungo²Staff Pengajar Program S3 Ilmu-Ilmu Pertanian Universitas Andalas Padang

Email : subagion.bag.70@gmail.com

*Artikel Diterima 18 November 2019, disetujui 22 Desember 2019***ABSTRAK**

Tanaman legum merupakan tanaman yang dapat memfiksasi N dari udara bebas. Sebagian dari tanaman legum merupakan tanaman pangan yang merupakan sumber protein bagi masyarakat. Tumpangsari legum dengan non legum dapat mengurangi pemakaian pupuk kimia, menjaga kelembaban tanah serta mengurangi gulma. Artikel ini meliputi pengkajian tumpangsari secara umum, kajian tumpangsari diberbagai negara, keuntungan tumpangsari tanaman legum dan non legum serta potensi nisbah kesetaraan lahan (NKL) tumpangsari legum dan non legum. Tumpangsari tanaman legum dan non legum dapat mempengaruhi pertumbuhan, hasil dan meningkatkan serapan N pada tanaman non legum serta meningkatkan Nisbah Kesetaraan Lahan (NKL) dibanding monokultur.

Key word : tumpangsari, legum dan non legum , pertumbuhan, hasil, nisbah kesetaraan lahan

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan tanaman pangan semakin tahun meningkat sejalan dengan semakin bertambahnya jumlah penduduk. Sementara ketersediaan lahan kian terbatas karena pengembangan kawasan perumahan, perkebunan non pangan dan pembangunan infrastruktur. Hal ini berdampak terbatasnya lahan-lahan produktif tanaman pangan dan hortikultura yang bermuara pada penurunan produksi pertanian.

Solusi yang dapat digunakan untuk mengatasi keterbatasan lahan dengan pola tanam tumpangsari. Tumpangsari adalah penanaman dua (atau lebih) tanaman bersama-sama pada area tanah yang sama dan memberikan hasil dan keuntungan serta variasi hasil yang lebih dari tanaman

monokultur (Willey, 1979). Ketika dua atau lebih tanaman ditanam secara bersamaan maka akan terjadi interaksi. Untuk meminimalkan interaksi yang negatif maka pemilihan tanaman menjadi suatu hal yang sangat perlu diperhatikan. Pracaya (2011), pemilihan tanaman berdasarkan pertimbangan kebutuhan sinar matahari, hara serta sistem perakaran tanaman.

Dalam budidaya tumpangsari diperlukan upaya meminimalkan kompetisi dan memaksimalkan kerjasama. Untuk hal tersebut ada 4 hal yang menjadi pertimbangan, penataan tempat tumbuh, penentuan kerapatan tanaman, waktu panen tanaman dan arsitektur tanaman (Sullivan, 2013). Model tumpangsari memiliki berbagai model tanam menurut

Wolfswinkel (2007) terdiri dari strip intercropping row intercropping, mixed intercropping dan relay intercropping.

Dalam tumpangsari pemilihan tanaman menjadi salah satu strategi penting untuk memperoleh hasil yang optimal baik dari segi pertumbuhan maupun produksi tanaman. Salah satu tanaman tumpangsari yang menjadi pilihan adalah tanaman legum. Kelebihan tanaman legume sebagai tanaman tumpangsari adalah dapat memfiksasi N melalui proses simbiosis dengan bakteri Rhizobia yang terdapat pada bintil akar. Limbah panen akan mengalami dekomposisi melepaskan senyawa N organik untuk tanaman berikutnya. Dapat dijadikan sebagai rotasi dan tumpangsari tanaman dengan tanaman lain dengan pertimbangan fluktuasi harga produk, sulitnya pupuk anorganik serta resiko cuaca. Kelebihan lain tanaman legum cocok pada berbagai iklim, dapat ditanam 2 kali setahun, sebagai pakan ternak, sumber makanan diet seimbang serta sumber protein yang tinggi (Kankolongo, 2018)

Bahwa tumpangsari legum dapat meningkatkan efektifitas penggunaan sumberdaya serta dapat mengurangi biaya produksi (Qasim et al., 2013) serta dapat mengatasi permasalahan kesuburan tanah Matusso et al., (2014). Tanaman legum sebagai tanaman pengikat N meningkatkan minat peneliti karena sebagai bahan yang terbarukan dan ramah lingkungan dengan semakin menipisnya bahan bakar fosil dan kerusakan lingkungan (Hauggaard-Nielsen, 2003 cit Fan et al., 2006).

KOMPONEN TUMPANGSARI NISBAH KESETARAAN LAHAN, NISBAH KESETRAAN WAKTU PEMANFAATAN TANAH (NKWPL/ATER) DAN AGRESIVITAS TANAMAN

Nisbah Kesetaraan Lahan (NKL).

Nisbah Kesetaraan Lahan (NKL) adalah perkiraan tingkat pengembalian tanah (land return) yang berasal dari tanaman monokultur dan dari masing-masing yang ditanam secara tumpangsari (Sullivan, 2003).

Menurut Mead dan Willey (1980), bahwa rumus Nisbah Kesetaraan Lahan Tanaman Tumpangsari (NKL) : $(Y_{Ab}/A_A) + (Y_{Ba}/B_B)$

Y_{Ab} : Hasil tanaman tumpangsari

A_A : hasil monokultur tanaman

Y_{Ba} : Hasil tumpangsari tanaman

B_B : Hasil monokultur tanaman

$NKL = 1$, menunjukkan bahwa sistem tumpangsari tidak memberikan keuntungan dibandingkan monokultur. $NKL > 1$ maka tumpangsari menguntungkan, sebagai contoh $NKL > 1,25$, menunjukkan tumpangsari menguntungkan dibandingkan monokultur sebesar 25% (Sullivan, 2003).

Tumpangsari tanaman berbagai jenis legum berdasarkan hasil riset diberbagai negara menghasilkan $NKL > 1$ (Tabel 3). Tumpangsari kacang dan gandum $NKL 1,29$ (Bulson et al., 1997), kacang babi dengan gandum menghasilkan $NKL 1,4$ (Haymes and Lee, 1999), kedelai dan jagung $1,64$ (Zalfarian et al., 2007), kacang hijau dan jagung manis $1,09$ (Sarlak et al., 2008), kacang tunggak dan jagung $NKL 2,26$ (Darmadeh et al., 2009), dan alfafa dan jagung $NKL 1,24$ (Zhang et al., 2014), kedelai dan jagung $1,77$ (Ali Raza, 2019).

NISBAH KESETRAAN WAKTU PEMANFAATAN TANAH (NKWPL/ATER)

Hiebsch and McCollum (1987) menjelaskan formula menghitung ATER sebagai berikut :

$$ATER = \frac{(YAb/YAA) \times tA + (YBa/YBB) \times tB}{T}$$

Dimana :

YAb : Hasil tanaman A tumpangsari

YAA: Hasil tanaman A monokultur

tA : Durasi hidup tanaman A (hari)

YAb : Hasil tanaman B tumpangsari

YAb : Hasil tanaman B tumpangsari

tB : Durasi hidup tanaman B (hari)

T : Total durasi hidup tanaman tumpangsari,

AGRESIVITAS

Menurut Willey and Rao (1980) bahwa agresivitas tanaman digunakan untuk mengukur daya saing antar spesies dalam tumpangsari dan dikaitan dengan perubahan hasil dari kedua komponen tanaman. Agresivitas tanaman menurut Li et al., (2001) di hitung dengan formula :

$$Aab = [Yia/Ysa.Fa] - [Yib/Ysb.Fb]$$

Dimana Yia dan Yib : hasil tanaman a dan b dalam tumpangsari

Fa dan Fb : proporsi luas areal tanaman a dan b

Jika Aab : > 1 maka kemampuan kompetisi tanaman a lebih besar dari tanaman b.

Agresivitas masing-masing spesies dihitung sebagai debresi rata-rata yang ditimbulkan pada spesies tumpangsari dibandingkan dengan monokultur (Harper,

1977 cit Bush and Auken (2004). Tingkat agresivitas menurut Bush and Auken (2004) ada yang lebih agresif, lebih rendah dan bahkan negatif. Sebagai contoh *Hellianthus annuus* lebih agresif dibanding *H. Petiolaris*.

Hasil penelitian Hossein Pour et al., (2016) bahwa ratio tanaman yang ditumpangsari menentukan nilai agresivitas, pada 75% kacang hijau dan 25% jagung maka agresivitas kacang hijau 4,52 sebaliknya 25% jagung dan 75% kacang hijau maka agresivitas jagung sebesar 4,30. Dilaporkan oleh Cui et al., (2017), perakuan ratio tanaman jagung dan kedelai dengan ratio 2 : 2 dan 1 : 1 di daerah Ya'an dan Lezhi di China menunjukkan tanaman jagung lebih agresif dibandingkan dengan kedelai.

TUMPANGSARI TANAMAN DIBERBAGAI NEGARA

Dalam rangka meningkatkan hasil tanaman persatuan luas dan persatuan waktu telah banyak dilakukan penelitian tanaman pangan dengan tanaman pangan (Pasau et al., 2008 dan Xiao et al., 2010), tanaman pangan dengan hortikultura (Guldan and Martin, 1996 dan Zhou et al, 2013) serta tanaman hortikultura dengan hortikultura Brinta and Seran, 2012 dan Liu et al., 2014). Negara yang melakukan riset tumpangsari serta jenis tanaman yang ditumpangsari dapat di lihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbedaan Sistem Tumpangsari di Berbagai Negara

Negara	Sistem tumpangsari Jenis Tanaman	Reference
Amerika Serikat	Legum + Cabe	Guldan dan Martin (1996)
Amerika Serikat	Snap Pea + Cabe	Guldan dan Martin (1998)
India	Cabe + French bean	Anita et al., (2001)
Banglades	Mustard + bawang merah +bawang putih	Sarker et al., (2007)
Indonesia	Jagung + Kacang Tanah	Pasau et al., (2008)
Iran	Jagung + kacang tunggak	Dahmardeh et al., (2009)
Cina	Padi + kacang hijau	Xiao et al., (2010)
Nigeria	Okra (timun+melon+labu sebagai mulsa)	Akintoye et al., (2011)

Banglades	Cabe+bawang merah	Brinta dan Seran (2012)
Mesir	Tomat+bawang putih	Dahlia et al., (2012)
Cina	Gandum+ Bawang Putih	Zhou et al., (2013)
Banglades	Cabe+ Labu	Alom et al., (2014)
Cina	Tomat + bawang putih	Liu et al., (2014)
Thailant	Jagung + legums	Polthane dan Vidhaya Trelo., (2015)
Iran	Cammon bean + Dill (adas manis)	Weisany et al., (2015)
Cina	Legum Vicia faba + Hordeum vulgare	Bahadur et al., (2019)

KEUNTUNGAN TUMPANGSARI TANAMAN LEGUM DENGAN NON LEGUM

Matusso et al (2014) bahwa tumpangsari tanaman dengan tanaman legum memiliki kemanfaatan bahwa fiksasi kritis N biologis dan jumlah N yang ditransper ketanaman non polong serta dapat meningkatkan nisbah kesetaraan lahan. Tanaman cover crop dengan tanaman abaca dapat meningkatkan kandungan N pada jaringan tanaman dan parsentase N tanah (Armechin, et al ., 2005). Ghosh et al., (2006) bahwa tumpangsari tanaman legum dengan tanaman sorgum pada 60 hari setelah tanaman dapat meningkatkan fotosintesis , kandungan klorofil serta biomasa mikroba dibandingkan sorgum yang ditanam secara monokultur. Intercropping tanaman pea dengan tanaman garlic, turnip dan caulifloris hasil terbaik yaitu tanaman pea+garlic terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sedangkan keuntungan tertinggi yaitu pea+ cauliflower dikuti dengan pea+garlic (Qasim et al., 2013).

Dengan penanaman tanaman legum maka dapat mengotimalkan pemakaian pupuk N dibandingkan tanpa tanaman legum. Hasil Peneltian Tang et al., (2018) dengan penanaman intercropping kacang panjang dengan bawang putih maka dapat meningkatkan penyerapan N pada tanaman pada tanaman bawang putih sebesar 47,2% dibanding monokultur 31,9%.

Armechin et al., (2005) penanaman berbagai jenis LCC pada tanaman Abaca dapat meningkatkan parameter tumbuh abaca yaitu panjang tangkai, lingkar batang dan panjang daun dibandingkan kotrol, dengan hasil terbaik dengan CM, diikuti oleh CP dan D. ovalifolium. Verret et al., (2017), penaman legum CP bersamaan dengan jagung dapat mengefisienkan dalam pengendalian gulma dan tanpa mengurangi hasil panen. Hasil riset tumpangsari tanaman legum dengan berbagai tanaman pangan dan hortikultura pada berbagai negara dapat meningkatkan performance tanaman , penyerapan N serta nisbah kesetaraan lahan Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh Tumpangsari tanaman legum dengan berbagai tanaman terhadap komponen pertumbuhan dan hasil di kaji di beberapa negara

Study/peneliti, Negara	Tanaman Utama	Tanaman Tumpang sari	Outcome/hasil
Guldan and Martin (1996), USA	Tiga legum	Cabe	Meningkatan penyerapan N pada tanaman cabe, dan berat kering cabe dengan jenis legum terbaik <i>Vicia villosa</i> . dibanding <i>Medico truncaluta</i>

			dan <i>lens culinaris</i>)
Jellum and Kuo (1997), USA	Jagung	Alfafa	Meningkatkan bomassa jagung serta penyerapan N pada tanaman jagung dibandingkan monokultur.
Polthane and Vidhya Trello (2003), Thailant	Jagung	Kacang tanah, kedelai dan kacang hijau	Meningkatkan kandungan klorofil kacang tanah pada umur 75 hst dari 0,541 menjadi 1,207 mg/g akan tetapi menurun pada kedelai dan kacang hijau.
Ghost et al., (2006), India	Kedelai	Sorgum	Meningkatkan NKL bila di beri perlakuan NPK+ pupuk organik dengan perbandingan 1,19 dengan NPK dan 1,3-1,33 kombinasi NPK+organik
Fan et al., (2006), China	Kacang faba	Jagung dan gandum	Bahwa tumpangsari kacang faba/jagung dapat meningkatkan fiksasi N udara dari tanaman tetapi tidak pada gandum/kacang faba. Aplikasi pupuk N dapat menurunkan fiksasi N
Guldan and Martin (2007), USA	Snap Peas (<i>Pisum sativum</i>)	Cabe	Tidak memberikan keuntungan di banding monokultur di Nort Central New Mexico
Fan et al., (2006), China	Faba Bean	Jagung, gandum	Aplikasi 15N label dapat meningkatkan efisiensi penggunaan N.
Pasau et al., (2008), Indonesia	Kacang Tanah	Jagung	Pergeseran jenis gulma dari gula berdaun sempit menjadi gulma berdaun lebar
Sharma and Chandra (2013), India	Jagung	Kacang arab, kacang tanah, lentil dan pea	Intercropping jagung dan jenis legum dapat menekan populasi dan biomasa gulma.
Qasim et al., (2013), Pakistan	Pea	Bawang putih, lobak dan bunga kol	Tidak menurunkan hasil pea tetapi mengurangi hasil bawang putih 65,8%, 29,1 % lobak dan 28% bunga kol. Intercropping ini meningkatkan pendapatan bersih.
Hosseini Pour et al., (2016), Iran	Kacang Hijau	Jagung	
Machiani et al., (2019), Iran	Kacang buncis	Dragonhead, Fennel (sejenis sawi)	Meningkatkan kualitas Dragonhead dan fennel dengan rasio buncis, Dragonhead dan fennel) yaitu 2:4:2 dibanding ditanam secara

Gulwa et al., (2017), Africa	5 jenis Grass legum	monokultur.	Perlakuan 4 jenis legum (L. Corniculatus; T. Refens; T. Resculusum dan L. Cuneata)di intercropping dengan Grass pada 4 musim dihasilkan jenis L.cuneata menghasilkan berta kering tanaman terbaik pada musim panas.
Du et al., (2019), China	Kedelai Jagung	Penyerapan N fiksasi pada kedelai lebih tinggi pola tumpangsari dibandingkan monokultur.	
Lenka et al., (2019), India	Kedelai Gandum	Aplikasi 15N label dapat meningkatkan penyerapan N label 13-40% dan dapat mempertahankan kesuburan tanah.	
Chen et al., (2019), China	Jagung Kedelai	Aplikasi 15N label pada intercropping jagung dengan kedelai dapat meningkatkan penyerapan N tanaman 44,75%, residu ditanah 26,79 dan hilang 28,48% dibanding ditanaman secara monokultur.	
Song et al., (2020)	Walnut Ubi jalar	Jarak tanam dan populasi tanaman per meter berpengaruh terhadap hasil dan fotosintesis tanaman dengan kerapatan 12 tanaman/m ² dan jarak 0,25 n.	

NISBAH KESETRAAN LAHAN (NKL) TUMPANGSARI TANAMAN LEGUM DAN NON LEGUM

Dengan pola tanam tumpangsari hasil beberapa riset diseluruh dunia menunjukkan bahwa intercropping tanaman legum dengan non legum dapat meningkatkan nisbah kesetaraan lahan Tabel 3. Ofori and Sterm (1987), jagung dengan kacang tanah, cowfea, pengeon pea dan

kedelai dengan LER 1,3; 1,55; 1,74 dan 1,24.

Hasil penelitain dengan komposisi populasi kacang tanah dan jagung dapat mempengaruhi LER dan dominasi jenis gulma utama tanaman tumpangsari. Komposisi populasi 75% kacang tanah dan 25% jagung memberikan nilai LER tertinggi yaitu 1,26, pada akhir penelitian populasi gulma bergeser dari jenis rumputan dan teki selanjtnya didominasi gulma berdaun lebar (Pasau, *et al.*,2008).

Tabel 3. Tumpangsari tanaman legum dengan berbagai tanaman pangan dan hortikultura terhadap nisbah kesetaraan lahan

Sistem Tumpangsari	Perlakuan Terbaik	Nisbah Kesetaraan Lahan/NKL	Negara	Referensi
Bean +Gandum	Ratio (75%:75%)	1,29	Inggris	Bulson et al., (1997)
Kacang babi + Gandum	Populasi 100% sesuai anjuran bean dan gandum 50%	1,4	Inggris	Haymes and Lee (1999)
3 legum (kacang tanah, kedelai dan kacang hijau) + jagung	Tumpangsari kacang tanah dan kagung	1,66	Thailant	Polthane and Vidhya Trello., (2003).
Kedelai+sorgum	NPK +Pupuk Organik	1,33	India	Ghost et al (2006)
Kedelai +jagung	Ratio 25% gandum dan 75% kedelai	1,64	Iran	Zalfarian et al (2007)
Kedelai + jagung	Ratio jagung dan kedelai (4:4)	1,24	Zimbabwe	Mudita et al (2008)
Kacang pelari+jagung	Ratio jagung 50%	1,775	Turkey	Bildirici, et al (2009)
Kacang tunggak+jagung	Perbandingan 100 : 100	2,26	Iran	Darmadeh et al., (2009)
Alfafa+jagung	Ratio alfafa jagung (5:2)	1,24	Cina	Zhang et al., (2011)
Jagung + kacang hijau	Populasi dan ratio (25% Jagung : 75%K. Hijau)	2,61	Iran	Hossein Pour et al., (2016)
Kedelai+jagung	15N label	1,85-2,20	Cina	Chen at al., (2019)
Kedelai+jagung	Penyerapan hara dan defoliasi daun jagung	1,69-1,77	Cina	Ali Raza, et al., (2019).

KESIMPULAN

Pengaruh tumpangsari pada tanaman dapat di lihat dari agresifitas tanaman, nisbah kesetraan lahan dan nisbah waktu pemanfaatan lahan. Tumpangsari tanaman telah dilakukan diberbagai negara dengan melakukan sesama tanaman pangan, pangan

dengan hortikultura maupun sesama tanaman hortikultura. Tumpangsari tanaman legum dan non legum dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman non legum, penyerapan N tanaman, mengurangi gulma serta dapat meningkatkan nisbah kesetraan lahan dibandingkan dengan sistem tanam monokultur.

REFERENSI

- Akintoye, H.A., A.G. Adebayo and O.O Aina. 2011. Growth and Yield Response of Okra Intercropped With Live Mulches. National Horticultural Research Institute P.M.BB, Ibadan Nigeria. *Asian Journal of Agricultural Research* 5(2) : 146-153.
- Ali Razaa, M, Ling Yang Fenga., Wopke van der Werfb., Nasir Iqbala, Imran Khanc, Muhammad Jawad Hassanc, Muhammad Ansard, Yuan Kai Chena, Zeng Jin Xia, Jian Yi Shia, Mukhtar Ahmedd, E., Feng Yanga., Wenyu Yanga. 2019. Optimum leaf defoliation: A new agronomic approach for increasing nutrient uptake and land equivalent ratio of maize soybean relay intercropping system. *Field Crops Research*. journal homepage: www.elsevier.com/locate/fcr.
- Alom, M.S., M. N. Islam., M. biswas., A. H. M. M. Rahman Talukdar, and M. A. T. Masud. 2014. Intercropping Chili With Sweet Gourd At Varying Plant Population ISSN 0258-7122 Bangladesh J. Agril. Res. 39(4): 579-589.
- Ali Bahadura, Zhongcai Jina, Xianli Longa, Shengjin Jianga, Qi Zhanga, Jianbin Pana, Yongjun Liua, Huyuan Fenga,b., 2019. Arbuscular mycorrhizal fungi alter plant interspecific interaction under nitrogen fertilization. *European Journal of Soil Biology* journal homepage: www.elsevier.com/locate/ejsobi.
- Anitha, S., V. L. Geethakumari , G. Raghavan Filial. 2001. Effect of intercrops on nutrient uptake and productivity of chilli-based cropping system. *Journal of Tropical Agriculture* 39 : 60-61. College of Agriculture Thiruvananthapuram 695 522, India.
- Armechin R.B., a, *, Ma. Helen P. Seco a, Pauline S. Caintic b, Emma Josefa M. Milleza a. 2005. Effect of leguminous cover crops on the growth and yield of abaca (*Musa textilis* Nees).
- ^a National Abaca Research Center, Leyte State University, Visca, Baybay, Leyte 6521-A Philippines . ^b Visayas Consortium for Agricultural Research Program, Leyte State University, Visca, Baybay, Leyte, 6521-A Philippines. Elsevier
- Bilidirici, N., R. Aldemir1, M. A. Karsli* and Y. Dogan2. 2009. Potential Benefits of Intercropping Corn with Runner Bean for Small-sized Farming System. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* Vol. 22, No. 6 : 836 – 842. Department of Animal Nutrition, Veterinary Faculty of University of Yüzüncü Yıl, Van, Turkey.
- Bulson, H. A. J. , R. W. Snaydon AND C.E.Stopes.1997. Effects of plant density on intercropped wheat and field beans in an organic farming system. *Agricultural Botany* Department, University of Reading, Reading RG6 2AS, UK. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* (1997), 128, 59–71. # 1997 Cambridge University Press.
- Bush, J.K., and O. W. Van Auken. 2004. Relative competitive ability of *Helianthus paradoxus* and its progenitors, *H. annuus* and *H. petiolaris* (Asteraceae), in varying soil salinities. *Int. J. Plant Sci.* 165(2):303–310. by The University of Chicago. All rights reserved. 1058-5893/2004/16502-0008.
- Cen, P., Chun Song., Xiao-Ming Liu., Li Zhao., Huan Yang., Xiaona Zhang., Ying Zhau., Qing Du., Ting Pang., Zhi dan Fu., Xiao-Chun Wang., Wei-Quo Liu, Feng Yang., Kai Shu., Junbo Du., Jiang Liu, Wen Yu Yang., and Taiwen Yang. 2019. Yield Advantage and Nitrogen Fate in an Additive Maize-soybean Relay Intercropping system. *Journal Science of The Total Environment*. journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv.
- Darmadeh, M., Ahmad Ghanbari., Baratali Syasar and Mahmood Ramroudi. 2009. Effect of

- Intercropping Maize (*Zea mays* L.) With Cow Pea (*Vigna unguiculata* L.) on Green Forage Yield and Quality Evaluation. Department of Agronomi University of Zabol Iran. *Asian Journal Plant Science* 8(3) : 235-239. ISSN 1682-3974.
- Dagang Songa,b,c,1, Akash Tariqb,d,e,f,1, Kaiwen Pana,* , Shahid Ullah Khang, Tawfik A. Salehh, Shanxing Gongga, Aiping Zhanga,b, Xiaogang Wua. 2020. Influence of planting distance and density on the yield and photosynthetic traits of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) under an intercropping system with walnut (*Juglans regia*) saplings. *Journal Soil & Tillage Research*. journal homepage: www.elsevier.com/locate/still.
- Dalia M.T., Nassef and M.A. Abd El-Gaid. 2012. Evaluation of yield and its components of intercropped tomato – garlic in New Valley Governorate. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 8(2): 256-260 ISSN 1816-156.
- Du, Qing., Li Zhao., Ping Chen., Xiao-Ming Liu., Chun Song., Feng Yang ., Xiao-Chun Wang., Wei-Quo Liu., Xin Sun., Junbo Du., Jang Liu., Kai Shu., Wen Yu Yang., and Taiwen Yang. 2019. Relay Intercropping Soybean- Maize Maintains Soil Fertility and Increases Nitrogen Recovery Efficiency By Reducing Nitrogen Input. *The Crop Journal*. Available online at www.sciencedirect.com
- E.J. Jellum , E. J., and S. Kuo. 1997. Nitrogen requirements of corn (*Zea mays* L.) as affected by monocropping and intercropping with Alfalfa (*Medicago sativa*). *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 47:149-156. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.
- Fan, F., Fusuo Zhang., Yana Song., Jianhao Sun., Xingguo Bao., Tanwen Guo., Long LI. Nitrogen fixation of faba bean (*vicia faba* L.) interacting with a non legum in two contrasting intercropping systems. *Plant and Soil*. Vol. 283.pp 275-286.
- Ghosh P.K.,* M. C. Manna, K. K. Bandyopadhyay, Ajay, A. K. Tripathi, R. H. Wanjari, K. M. Hati, A. K. Misra, C. L. Acharya, and A. Subba Rao. 2006. Interspecific Interaction and Nutrient Use in Soybean/Sorghum Intercropping System. *AGRONOMY JOURNAL*, VOL. 98, Published in *Agron. J.* 98:1097–1108 (2006). Intercropping doi:10.2134/agronj2005.0328 ^a American Society of Agronomy 677 S. Segoe Rd., Madison, WI 53711 USA.
- Guldan, S.J., Charles A. Martin., Jose Cueto-Wong and Robert L. Steiner. 1996. Interseeding Legumes into Chile: Legume Productivity and Effect on Chile Yield. *Crop Science. Hortscience* 31(7):1126–1128.
- Guldan, S.J., Charles A. Martin., Constance L. Falk. 1998. Interseeding Snap Pea Into Stands of Chile Pepper Reduces Yield of Pea More Than That of Chile. *New Mexico University Journal Crop Science. Hortscience* 33(4):660–662.
- Gulwa1, U., Nobulungisa Mgujulwa1, Solomon T Beyene. 2013. Effect of Grass-legume Intercropping on Dry Matter Yield and Nutritive Value of Pastures in the Eastern Cape Province, South Africa. *Universal Journal of Agricultural Research* 5(6): 355-362, <http://www.hrpub.org> DOI: 10.13189/ujar.2017.050607.
- Haymes, R., and H.C. Lee. 1999. Competition between autumn and spring planted grain intercrops of wheat (*Triticum aestivum*) and field bean (*Vicia faba*). Wye College, University of London, Wye, Ashford, Kent TN25 5AH, UK. *Field Crops Research* (62) 167-176.
- Hossein Pour A., Javad Khalili Mahalleh2, Hossein Zeinalzadeh Tabrizi3, Reza Valilue. 2016. Evaluation of Yield and Yield Components in Intercropping of Maize and Green Bean. *YYÜ TAR BİL DERG (YYU J AGR SCI)* 2016, 26(1): 68-78.
- Hiebesch, C.K. and R.E. Mc Collum, 1987. Area × time equivalency ratio: a method for evaluating the productivity of intercrops. *Agron. J.*, 79: 15-22.

- Kankolongo. 2018. Legum Crops. Chapter 10. Food Crops. In: *Food Crops Production by Smallholder Farmers in Southern Africa*. Elsevier Inc. All rights reserved. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-814383-4.00010-4> Copyright © 2018 Elsevier Inc. All rights reserved.
- Liang Cui¹, Feng Yang¹, Xiaochun Wang¹, Taiwan Yong², Xin Liu², Benying Su² and Wenyu Yang². 2017. The Competitive Ability of Intercropped Soybean in Two Row Ratios of Maize-Soybean Relay Strip Intercropping. *Pelagia Research Library Asian Journal of Plant Science and Research*, 2017, 7(3):1-10. Available online at www.pelagiaresearchlibrary.com.
- Lenka, N.K., Sangeeta Lenka¹, Prabhakar Mahapatra², Niharika Sharma³, Sanjeev Kumar⁴, Satish Bahera⁵, Dharmendra Singh Yashona⁶. 2019. The fate of ¹⁵N labeled urea in a soybean-wheat cropping sequence under elevated CO₂ and/or temperature. *Agriculture, Ecosystems and Environment* journal homepage: www.elsevier.com/locate/agee.
- Matusso, J.M.M.*¹, Mugwe, J.N.², and Mucheru-Muna, M. 2014. Potential role of cereal-legume intercropping systems in integrated soil fertility management in smallholder farming systems of Sub-Saharan Africa. *Research Journal of Agriculture and Environmental Management*. Vol. 3(3), pp. 162-174, Available online at <http://www.apexjournal.org> ISSN 2315 – 8719. Apex Journal International
- Monti, M., Antonio Pellicani¹, Aurelio Pristeri², Giuseppe Badagliacca³, Giovanni Preiti⁴, Antonio Gelsomino⁵. 2019. Cereal/grain-legume intercropping in rotation with durum wheat in crop/livestock production systems for Mediterranean farming system. *Field Crops Research* (240) : 23-33. journal homepage: www.elsevier.com/locate/fcr.
- Mead, R., dan Willey, R. 1980. The Concept of Land Equivalent Ratio and Advantage in Yield From Intercropping. *Exp. Agric.* 16, 217-228.
- Ofori, F., & Stern, W. R. (1987). *Cereal-Legume Intercropping Systems. Advances in Agronomy Volume 41, 41-90*. doi:10.1016/s0065-2113(08)60802-0. *Advances in Agronomy*, vol. 41.
- Pracaya. 2011. Bertanam Sayur Organik. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Pasau, P., Prapto Yudono², Abdul Syukur. 2008. The Dynamic Of Weeds Composition Under The Proportion Of Corn And Peanut In Intercropping System On Regosol, Sleman. 1 Mahasiswa Pascasarjana Agronomi Fakultas Pertanian UGM, Yogyakarta 2 Staf Pengajar Fakultas Pertanian UGM, Yogyakarta Ilmu Pertanian Vol. 16 No.2, 2008 : 60 – 78.
- Polthanee, A & Vidhaya Trelo-ges. 2003. Growth yield and use efficiency of corn and legume under intercropping systems.. *Journal Plant Production Science*. <https://doi.org/10.1626/pp.6.139>
- Qasim, S.A., Muhammad Akbar Anjum^{1*}, Sajjad Hussain¹ and Shakeel Ahmad. 2013. Effect Of Pea Intercropping On Biological Efficiencies And Economics Of Some Non-Legume Winter Vegetables. *Pak. J. Agri. Sci.*, Vol. 50(3), 399-406; 2013 ISSN (Print) 0552-9034, ISSN (Online) 2076-0906 <http://www.pakjas.com.pk>.
- Sarma, R.C., Banik Pabita. 2013. Baby corn – legumes intercropping system : II Weed dynamics and community structure. *NJAS Wegeningen Journal of Life Science* (67) : 11-18. journal homepage: www.elsevier.com/locate/njs.
- Sarker, P.K., M M Rahman and B C Das. 2007. Effect Of Intercropping Of Mustard With Onion And Garlic On Aphid Population And Yield. *J. bio-sci.* 15: 35-40, 2007 ISSN 1023-8654 <http://www.banglajol.info/index.php/JBS/index>.
- Shahbaz Atta Tung¹, Muhammad Rafique Shahzad³, Muhammad Ashfaq Wahid³,

- Guozheng Yang^{1*}, Muhammad Farrukh Saleem³, Adnan Noor Shah¹, Aziz Khan¹, Omar Aziz². 2016. Competitive dynamic effects of wheat/Brassica intercropping: A review. *International Journal of Biosciences | IJB* |ISSN: 2220-6655 (Print), 2222-5234 (Online) <http://www.inns.pub.net> Vol. 8, No. 2, p. 159-176.
- Sullivan, Preston. 2003. *Intercropping Principles And Production Practice*. www.attra.ncat.org. California –USA.
- Sarlak, S., M. Aghadikhani and Hand. 2008. Effect of Density And Mixing Ratio On Crop Yield in Sweet Corn/Mungbean Intercropping. *Pakistan Journal of Biological Science* 11(17), 2128-2133.
- Tang, Q., Tewolde, H., Liu, H., Ren, T., Jiang, P., Zhai, L., Liu, E. (2018). *Nitrogen uptake and transfer in broad bean and garlic strip intercropping systems*. *Journal of Integrative Agriculture*, 17(1), 220–230. doi:10.1016/s2095-3119(17)61772-6
- Unathi Gulwal^{1,*}, Nobulungisa Mgujulwal, Solomon T Beyen. 2017. Effect of Grass-legume Intercropping on Dry Matter Yield and Nutritive Value of Pastures in the Eastern Cape Province, South Africa. *Universal Journal of Agricultural Research* 5(6): 355-362, 2017 <http://www.hrpub.org> DOI: 10.13189/ujar.2017.050607
- Verret, V., Gardarin, A., Pelzer, E., Médiène, S., Makowski, D., & Valantin-Morison, M. (2017). *Can legume companion plants control weeds without decreasing crop yield? A meta-analysis*. *Field Crops Research*, 204, 158–168. doi:10.1016/j.fcr.2017.01.010
- Wiley R W, Reddy M S. 1980. A competitive ratio for quantifying competition between intercrops. *Experimental Agriculture*, 16, 117–125
- Wiley, R. W. (1979). *Intercropping – its importance and research needs*. Part 1. Competition and yield advantages. *Field Crop Abstracts* 32, 1–10.
- Wolfswinkel, M.V. 2007. *Intercropping of Annual Food Crops*. Agromiza. Nederland.
- Weisany, W., Yaghoub Rei and Pertot. 2015. Changes in the essential oil yield and composition of Drill (*Anethum graveolus* L.,) as response to arbuscular mycorrhiza colonization and cropping system. *Industrial Crop And Production Journal*. journal homepage: www.elsevier.com/locate/indcrop.
- Widjang H. Sisworo* , Havid Rasjid* , dan Elsje L. Sisworo*. Fiksasi Nitrogen Simbiotik Pada Kedelai Varletas Orba Dan Lokon. • Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN.
- Widjang H. Sisworo , M.M. Mitrosuhardjo , Havid Rasjid and R.J.K. Myers. 1990. The relative roles of N fixation, fertilizer, crop residues and soil in supplying N in multiple cropping systems in a humid, tropical upland cropping system. *Plant and Soil* 121, 73-82 . © Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.
- Zhou Hai-bo. , CHEN Ju-lian., Liu Yong., Frédéric Francis., Eric Haubruge, Claude Bragard, SUN Jingrui and CHENG Deng-fa. 2013. Influence of Garlic Intercropping or Active Emitted Volatiles in Releasers on Aphid and Related Beneficial in Wheat Fields in China. *Journal of Integrative Agriculture* , 12(3): 467-473. www.ScienceDirect.
- Zaefarian, F., M. Aghaalkhani, H. Rahimian Mashhadi, E. Zand, M. Rezvani. 2007. Yield and Yield Components Response of Corn/Soybean Intercrop to Simultaneous Competition of Redroot Pigweed and Jimson weed. *Iranian Journal of Weed Science*, (2007) Vol 3, No. 1& 2, 39-58.
- Zhang, G., Zaibin Yang and Shuting Dong. 2011. Interspecific Competitiveness Affects The Total Biomass Yield in Alfalfa and Corn Intercropping System. *Field Crop Research Journal* homepage www.elsevier.com/locate/fcr.