

madza



Abdullah Taufiq

Tumpangsari Tanaman Kedelai

Dengan Tanaman Semusim

TUMPANGSARI TANAMAN KEDELAI DENGAN TANAMAN SEMUSIM

Abdullah Taufiq



TUMPANGSARI TANAMAN KEDELAI

DENGAN TANAMAN SEMUSIM

Edisi Pertama
Copyright @ 2022

ISBN 978-623-377-877-0

14,8 x 21 cm
80 h.
cetakan ke-1, 2022

Penulis
Abdullah Taufiq

Penerbit
Madza Media
Anggota IKAPI: No.273/JTI/2021
Kantor 1: Jl. Pahlawan, Simbatan, Kanor, Bojonegoro
Kantor 2: Jl. Bantaran Indah Blok H Dalam 4a Kota Malang
redaksi@madzamedia.co.id
www.madzamedia.co.id

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh isi dengan cara apapun,
termasuk dengan cara penggunaan mesin fotocopy tanpa izin sah
dari penerbit.

Prakata

Kedelai merupakan komoditas yang menjadi bagian dari budaya makan Bangsa Indonesia. Kebutuhan kedelai kian meningkat setiap tahun, dan pemenuhannya masih mengandalkan kedelai impor. Dalam upaya menurunkan ketergantungan akan kedelai impor, pemerintah terus mendorong peningkatan produksi kedelai melalui beragam program. Namun demikian, produksi kedelai belum juga meningkat.

Jagung, padi gogo, ubi kayu, dan tebu merupakan komoditas yang banyak dibudidayakan di Indonesia dengan total luas saat ini mencapai 8 juta hektar (ha). Daerah sentra komoditas tersebut juga merupakan sentra kedelai. Oleh karena itu, pengembangan kedelai dapat dilakukan beriringan dengan pengembangan komoditas tersebut melalui pola tumpangsari.

Bila program tumpangsari dapat dilaksanakan pada 50% dari total luas tersebut dengan luas efektif kedelai 60%, maka akan ada tambahan luas tanam kedelai 2,4 juta ha.

Buku ini menguraikan berbagai aspek yang berkaitan dengan budidaya tumpangsari jagung, padi gogo, ubi kayu, dan tebu dengan kedelai, potensi pengembangannya, dan manfaat tanaman kedelai dalam menjaga kelestarian dan keberlanjutan sistem produksi pertanian.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada banyak pihak yang telah memberikan sumbang saran dalam penyusunan buku ini. Kami berupaya menyajikan buku ini dengan bahasa yang mudah dipahami

oleh berbagai pihak, sehingga dapat menjadi acuan bagi penyuluh, praktisi, dan pengambil kebijakan pertanian.

Malang, November 2022

Penulis

Pengantar Editor

Sejak lama, kedelai telah menjadi komoditas primadona di dunia perdagangan bahan pangan di Indonesia. Namun sayangnya, produksi kedelai di dalam negeri belum mampu memenuhi semua kebutuhan konsumen sehingga impor masih harus dilakukan. Berbagai upaya terus dilakukan Pemerintah, terutama Kementerian Pertanian, untuk meningkatkan produksi kedelai di dalam negeri dalam rangka menurunkan jumlah impor.

Peningkatan produksi dan produktivitas kedelai diupayakan melalui beragam teknologi budidaya mulai perakitan varietas baru untuk produktivitas tinggi dengan keunggulan tahan cekaman biotik dan/atau a-biotik, sesuai kebutuhan industri, umur genjah, dan masih banyak lagi keunggulan yang ditujukan untuk memenuhi selera konsumen. Selain melalui varietas unggul, peningkatan produksi dan produktivitas juga dilakukan melalui pengelolaan lahan, air, tanaman, dan organisme pengganggu tanaman. Pun demikian, produksi kedelai di dalam negeri masih sulit untuk beranjak naik. Oleh karena itu, perlu dilakukan terobosan baru, selain intensifikasi.

Penulis, dalam buku ini, menyampaikan peluang peningkatan produksi kedelai melalui ekstensifikasi atau perluasan areal tanam/panen kedelai di lahan pertanian eksisting. Informasi yang ditulis dalam buku ini merupakan kumpulan pengetahuan yang penulis peroleh dari pengalaman jangka panjang sebagai peneliti bidang ekofisiologi di Kementerian Pertanian.

Tumpangsari, nama yang diberikan untuk teknologi bertanam lebih dari satu jenis tanaman pada suatu lahan pada saat bersamaan, sudah diterapkan masyarakat tani di Indonesia sejak lama. Kearifan

lokal dalam memanfaatkan ruang dan waktu dalam sistem pertanian subsisten ini, telah penulis teliti dan kaji untuk tanaman kedelai dengan tanaman pangan yang lain.

Pembaca dapat menimba pengetahuan tumpangsari kedelai dengan beragam tanaman pangan utama: padi gogo, jagung dan ubi kayu, yang ditanam pada beragam agroekologi. Selain dengan tanaman pangan, buku ini juga memberi informasi kedelai yang ditumpangsarikan dengan tebu. Tumpangsari kedelai dengan tanaman pangan atau tebu memang bukan hal baru. Namun, dalam buku ini informasi yang lebih detail tentang pengaturan dan proporsi tanaman, penyiapan lahan dan penanaman, pemupukan, dan potensi tambahan luas lahan kedelai telah dibahas dengan rinci. Penulis juga menekankan arti penting tanaman kedelai dalam perannya sebagai agens penyubur tanah.

Dari buku ini, peningkatan produksi kedelai melalui ekstensifikasi yaitu menumpangsarikan kedelai pada tanaman pangan dan tebu, adalah suatu keniscayaan. Dengan teknologi budidaya yang secara gamblang ditulis, maka para praktisi pertanian akan mudah melaksanakannya. Itulah harapan penulis. Selamat membaca buku ini, memetik ilmu yang tertulis, dan mempraktikkannya.

Menjelang akhir November 2022,

Agustina Asri Rahmianna

Daftar Isi

Prakata	i
Pengantar Editor	iii
Daftar Isi	v
Daftar Tabel.....	vi
Daftar Gambar	viii
Pendahuluan	1
Pola Tanam Tumpangsari.....	4
Varietas Kedelai Adaptif Tumpangsari	6
Tumpangsari Tanaman Jagung dengan Kedelai (Turiman Jale).....	12
Tumpangsari Tanaman Padi Gogo Dengan Kedelai (Turiman Pagole)	31
Tumpangsari Tanaman Ubi Kayu Dengan Kedelai (Turiman Ukale).....	42
Tumpangsari Tebu Dengan Kedelai (Turiman Bule)	48
Tanaman Kedelai Agensi Penyubur Tanah	55
Dafta Pustaka	59
Biodata Penulis.....	68

Daftar Tabel

Tabel 1	Pengguna kedelai di Indonesia tahun 2014–2017	2
Tabel 2	Varietas unggul kedelai toleran naungan dan karakter agronomisnya	9
Tabel 3	Varietas unggul kedelai berumur genjah dan sangat genjah, serta karakter agronomisnya.....	10
Tabel 4	Karakteristik tanaman jagung dan kedelai.....	15
Tabel 5	Rekomendasi pemupukan N, P, K pada tanaman jagung monokultur	25
Tabel 6	Dosis pemupukan kedelai monokultur pada berbagai jenis lahan.....	27
Tabel 7	Luas areal tanaman jagung di sepuluh provinsi sentra produksi tahun 2015–2018	28
Tabel 8	Luas areal tanaman kedelai di tujuh provinsi sentra produksi tahun 2015–2018.....	29
Tabel 9	Karakteristik tanaman padi gogo dan kedelai.....	33
Tabel 10	Sentra produksi padi gogo di Indonesia tahun 2018	41

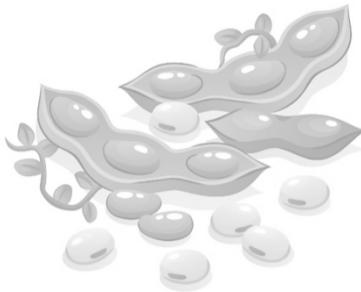
Tabel 11 Bobot brangkasan kering saat panen (tidak termasuk biji) beberapa varietas kedelai (Data primer Visitor Plot Balitkabi tahun 2007).....	56
--	----

Daftar Gambar

Gambar 1	Pengaturan dan proporsi tanaman jagung dan kedelai dalam pola tumpangsari	18
Gambar 2	Pengaturan dan proporsi tanaman jagung dan kedelai dalam pola tumpangsari (Lanjutan)	19
Gambar 3	Keragaan tanaman kedelai umur 45 hari (A) dan umur 70 hari (B) pada tumpangsari kedelai dengan jagung proporsi 2:3, di mana jagung ditanam pada saat kedelai berumur 20 hari.	20
Gambar 4	Tumpangsari jagung (X) dengan kedelai (o) pada proporsi tanaman 2:5.....	22
Gambar 5	Pengaturan tanaman dan proporsi tanaman dalam tumpangsari padi gogo dengan kedelai.	36
Gambar 6	Pengaturan tanaman dan proporsi tanaman dalam tumpangsari padi gogo dengan kedelai (Lanjutan).	37

Gambar 7	Keragaan padi gogo dan kedelai umur 40 hari (foto atas) dan umur 79 hari (foto bawah) pada proporsi 6:3 dan 4:3. IP2TP Kendalpayak, MH 2018/2019.....	37
Gambar 8	Tumpangsari ubi kayu dengan kedelai dengan populasi masing-masing 100%.....	44
Gambar 9	Tumpangsari ubi kayu dengan padi gogo (A) dan jagung (B) pada musim hujan, dan setelah padi gogo atau jagung dipanen ditanami kedelai (C dan D).	46
Gambar 10	Luas pertanaman ubi kayu di sentra produksi di Indonesia tahun 2014 dan 2018 (Sumber: https://www.pertanian.go.id)	47
Gambar 11	Tumpangsari tebu dengan kedelai pada areal PTPN XI di Jatirotok Lumajang	51
Gambar 12	Pertanaman tebu umur 3 bulan dengan model tanam ring-pit 90 cm di areal PTPN XI Jatirotok, Lumajang.....	52
Gambar 13	Tumpangsari tebu sistem tanam baris ganda dengan kedelai. Penyiapan lahan tebu baris ganda (A), penyiraman gulma	

(B), keragaan kedelai fase pengisian polong (C), dan saat panen kedelai (D). 53



PENDAHULUAN

Kedelai merupakan salah satu dari sembilan komoditas pangan (beras, jagung, kedelai, gula konsumsi, bawang, telur unggas, daging ruminansia, daging unggas, dan cabai) yang menjadi perhatian pemerintah seperti yang tertuang dalam Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 66 tahun 2021 pasal 4 ayat 1. Kedelai juga ditetapkan menjadi salah satu dari 11 komoditas cadangan pangan pemerintah (Perpres No. 125 tahun 2022). Hal ini menunjukkan bahwa kedelai menjadi komoditas pangan strategis bagi Indonesia. Konsumen kedelai tersebar di 34 provinsi. Provinsi Jawa Barat/Jabar merupakan provinsi dengan konsumsi kedelai tertinggi (25,3%), diikuti Jawa Tengah/Jateng (18,5%), Jawa Timur/Jatim (14,2%), dan DKI Jakarta (7,0%). Akan tetapi, konsumsi per kapita tertinggi berada di D.I Yogyakarta/DIY dan DKI Jakarta, yaitu >20 kg per kapita per tahun (BPS 2018).

Sebagai bahan makanan, kedelai terutama diolah menjadi tempe dan tahu (97%), sedangkan 3% sisanya diolah menjadi kecap, susu kedelai, tepung kedelai, dan minyak kedelai (BPS 2019). Rata-rata tingkat konsumsi tempe dan tahu dalam periode tahun 2017–2019 berturut-turut adalah 0,15 dan 0,16 kg per kapita per minggu (BPS 2020b). Oleh karena itu, pengguna utama kedelai di Indonesia adalah industri mikro-kecil (Tabel 1). Sebagai bagian dari komoditas

pangan, kebutuhan kedelai meningkat setiap tahun seiring meningkatnya jumlah penduduk.

Di sisi lain, produksi kedelai di tingkat nasional mengalami penurunan. Pada periode 2015-2019, produksi kedelai di dalam negeri turun dari 963.183 ton pada tahun 2015 menjadi 424.189 ton pada tahun 2019 (Triyanti 2020). Hal ini berimplikasi pada terjadinya senjang yang semakin lebar antara produksi dengan kebutuhan. Berdasarkan Tabel 1, produksi kedelai pada tahun 2015 hanya memenuhi kebutuhan sekitar 36% dari kebutuhan nasional.

Tabel 1 Pengguna kedelai di Indonesia tahun 2014–2017

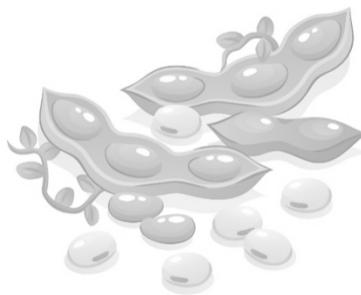
Pengguna	Jumlah penggunaan (ton)		
	2014	2015	2017
Rumah tangga	5.663	-	12.079
Hotel	87	84	187
Restoran dan katering	137	77	2.942
Rumah makan dan penyedia makanan-minuman lainnya	71.728	85.479	92.847
Industri besar-sedang	337.201	1.052.961	330.015
Industri mikro-kecil	1.797.381	1.544.647	2.665.312
Jasa kesehatan	57	49	92
Jasa lainnya	-	484	
Total	2.212.254	2.683.781	3.103.474

Sumber: BPS (2018)

Pemerintah selalu berupaya meningkatkan produksi kedelai dalam rangka memenuhi kebutuhan dalam negeri, dan sekaligus menurunkan ketergantungan terhadap impor. Namun demikian, upaya tersebut sulit dicapai karena menghadapi tantangan yang cukup kompleks, yaitu: 1) kurang diminati petani, 2) margin

keuntungan lebih kecil dibandingkan padi dan jagung, 3) petani lebih mengutamakan mengusahakan tanaman penyangga pangan keluarga seperti jagung dan padi, 4) persaingan penggunaan lahan dengan komoditas pangan strategis lainnya mengingat kedelai ditanam pada lahan dan musim tanam yang sama. Hingga tahun 2021, 66,4% kedelai dibudidayakan di lahan sawah irigasi dan tada hujan, sedangkan sisanya (33,4%) di lahan sawah pasang surut (Astuti *et al.* 2021).

Upaya yang dapat dilakukan adalah intensifikasi pada areal kedelai eksisting, dan ekstensifikasi melalui penerapan pola tumpangsari. Hingga saat ini, 76,8% kedelai ditanam secara monokultur dan 23,2% ditanam secara tumpangsari (Astuti *et al.* 2021). Bila persentase kedelai yang ditanam secara tumpangsari dapat ditingkatkan, maka akan menambah luas tanam.



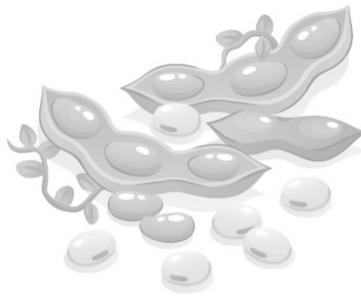
POLA TANAM TUMPANGSARI

Tumpangsari adalah praktik bercocok tanam tanaman yang berbeda jenis secara berdampingan pada lahan dan musim yang sama. Praktik bercocok tanam tumpangsari sudah lama dilakukan oleh petani Indonesia, terutama yang lahannya tidak luas. Petani di negara-negara lain, seperti di Cina, India, Nigeria, Mali, dan Ethiopia yang lahan garapannya tidak luas juga menerapkan pola tumpangsari. Penerapan pola tumpangsari berkontribusi terhadap pasokan pangan dunia sebesar 15-20% (Lithourgidis *et al.* 2011). Selain itu, pola tanam tumpangsari berdampak positif terhadap pendapatan petani dan lingkungan. Tumpangsari tanaman serealia dengan tanaman kacang-kacangan (legum) lebih menguntungkan karena meningkatkan hasil (Mucheru-Muna *et al.* 2010; Rusinamhodziet *et al.* 2012). Pola tumpangsari dengan tanaman legum juga berkontribusi terhadap kelestarian lahan karena mengurangi erosi tanah dan memperbaiki pasokan unsur hara nitrogen (Li *et al.* 2013), serta menguntungkan secara ekologis, biologis, dan sosial ekonomi dibandingkan menanam tanaman non-legum secara monokultur (Waktola *et al.* 2014).

Pada dasarnya, tanaman yang terlibat dalam sistem tumpangsari adalah tanaman yang tidak saling merugikan, dan akan lebih baik jika sudah diketahui hubungan simbiosisnya. Prinsip dalam penerapan pola tumpangsari tanaman menurut Das *et al.* (2019) adalah:

- 1) Tingkat persaingan antar spesies tanaman yang terlibat dalam tumpangsari harus minimal, baik terhadap penggunaan sumber daya air, unsur hara, maupun cahaya,
- 2) tanaman yang terlibat dalam tumpangsari mempunyai durasi pertumbuhan atau umur panen berbeda,
- 3) periode puncak pertumbuhan kedua spesies tanaman tidak bersamaan,
- 4) periode kebutuhan unsur hara maksimum kedua spesies tanaman tidak tumpang tindih,
- 5) mempunyai umur panen yang berbeda, yang dapat dicapai dengan perbedaan genetik tanaman maupun dengan cara mengatur waktu tanam.

Tanaman semusim seperti jagung, padi gogo, ubi kayu, dan tebu banyak dibudidayakan di Indonesia dengan total luas mencapai 8 juta ha setiap tahun. Oleh karena itu, budidaya kedelai dalam pola tumpangsari dengan tanaman-tanaman tersebut berpeluang dapat meningkatkan luas tanam kedelai.



VARIETAS KEDELAI ADAPTIF TUMPANGSARI

Persaingan pemanfaatan sumberdaya alam dalam pola tumpangsari dapat terjadi pada bagian tanaman di atas tanah, yaitu dalam pemanfaatan sinar matahari terutama bila spesies tanaman yang terlibat mempunyai perbedaan tinggi maupun bentuk tajuknya. Persaingan juga terjadi pada bagian di dalam tanah melalui sistem perakaran, yaitu dalam pemanfaatan air dan unsur hara. Namun demikian, pengaruh yang paling utama dan dampaknya mudah diamati pada tanaman kedelai adalah berkurangnya sinar matahari akibat adanya naungan dari tajuk tanaman. Sirait dan Karyawati (2019) menunjukkan bahwa tingkat naungan 50% menurunkan pertumbuhan vegetatif dan hasil kedelai. Oleh karena itu, toleransi terhadap intensitas sinar matahari menjadi tolok ukur utama dalam memilih varietas. Sesuai prinsip Das *et al.* (2019) pengetahuan tentang karakteristik tanaman yang terlibat dalam tumpangsari menjadi sangat penting.

A. Karakteristik Tanaman Kedelai

Kedelai tergolong tanaman C₃, sesuai pada lingkungan dengan intensitas cahaya dan suhu sedang, serta kelembaban

tanah cukup. Pertumbuhan kedelai meliputi fase vegetatif dan fase generatif. Fase pertumbuhan vegetatif (V) ditentukan berdasarkan jumlah daun, yaitu jumlah daun trifoliat yang sudah terbuka sempurna. Fase generatif (R) dimulai ketika terdapat paling tidak satu bunga mekar sempurna pada batang utama (R1). Pertumbuhan tanaman kedelai yang cepat terjadi antara umur 15 hari hingga 45 hari (Taufiq dan Zulhedi 2015). Perakaran tanaman kedelai bersimbiosis dengan bakteri Rizobium membentuk bintil yang dapat memfiksasi N (nitrogen). Fiksasi N dimulai pada fase V2 (Nleya *et al.* 2013).

Serapan unsur hara N, P, dan K pada fase R5 (fase pembentukan biji) berturut-turut mencapai 65%, 70%, dan 80% dari total serapan (Bender *et al.* 2015). Total serapan unsur N, P, dan K pada fase R5 adalah 164 kg N, 20 kg P, dan 134 kg K per ha, dan sebanyak 57% N, 50% P, dan 18% K dari total serapan tersebut ditranslokasikan ke biji (Bortolon *et al.* 2018). Penyerapan unsur hara yang cepat terjadi sejak mulai berbunga (R1) hingga fase R6 yaitu polong dan biji pada salah satu dari empat buku teratas telah berkembang penuh (Nleya *et al.* 2013).

Varietas unggul kedelai yang dibudidayakan di Indonesia umumnya mempunyai tipe tumbuh determinit, tinggi tanaman 40-80 cm, umur berbunga 28-39 hari, dan masak fisiologis 73-90 hari (Balitkabi 2016). Kesesuaian varietas kedelai dalam pola tumpangsari beragam antarvarietas (Sundari dan Mutmaidah 2018).

B. Karakteristik Varietas Kedelai Adaptif Tumpangsari

Varietas kedelai yang sesuai untuk tumpangsari adalah mempunyai karakter toleran naungan, dan tahan terhadap kereahan. Pada kondisi ternaungi, varietas kedelai yang toleran naungan batangnya mengandung lignin lebih tinggi dibandingkan

yang tidak toleran sehingga meminimalkan risiko rebah (Wei-guo *et al.* 2018). Varietas toleran naungan mempunyai batang yang lebih kokoh, dan koefisien meneruskan sinar matahari lebih tinggi karena mampu memperkecil sudut daun, serta indeks luas daun lebih rendah (Cheng *et al.* 2022). Umur genjah juga merupakan karakter penting karena akan meminimalkan periode cekaman terhadap naungan.

Hingga tahun 2021, terdapat empat varietas kedelai yang dirakit untuk toleransi terhadap naungan, yaitu Dena 1, Dena 2, Denasa 1, dan Denasa 2. Selain toleran naungan hingga 50%, varietas Dena 1 dan Denasa 2 juga berumur genjah (Tabel 2). Beberapa varietas terbukti toleran naungan, meskipun tidak dirakit secara khusus untuk toleran naungan, seperti halnya varietas Grobongan. Pertumbuhan serta hasil varietas Grobongan dan Anjasmoro pada naungan 25% tidak berbeda dengan varietas Dena 1, tetapi pada naungan 50% varietas Grobongan lebih toleran dibandingkan Dena 1 dan Anjasmoro (Handriawan *et al.* 2016). Hal sebaliknya dilaporkan Sirait dan Karyawati (2019), bahwa varietas Dena 1 lebih toleran naungan hingga 50% dibandingkan varietas Grobongan

Varietas unggul kedelai dengan karakter umur genjah jumlahnya cukup banyak, bahkan ada yang sangat genjah. Varietas kedelai berumur genjah adalah varietas yang mempunyai umur masak 70–79 hari, sedangkan yang berumur <70 hari termasuk sangat genjah (Nugrahaeni 2011). Varietas-varietas ini mempunyai ukuran biji sedang hingga besar, serta kulit biji berwarna kuning dan hitam. Varietas-varietas tersebut juga agak tahan hingga tahan terhadap kereahan (Tabel 3). Untuk tumpangsari, lebih disarankan menggunakan varietas yang berumur genjah.

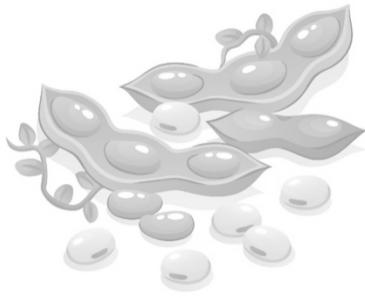
Tabel 2 Varietas unggul kedelai toleran naungan dan karakter agronomisnya

No.	Varietas	Tahun dilepas	Umur masak (hari)	Bobot 100 biji (g)	Potensi hasil (t/ha)	Karakter khusus
1	Argomulyo	1998	81	16,0	2,0	Tahan rebah, agak toleran naungan 50%
2	Anjasmoro	2001	87	14,8–18,3	2,3	Tahan rebah, agak toleran naungan 50%
3	Dena 1	2014	78	14,30	2,9	Toleran naungan 50%, agak tahan rebah
4	Dena 2	2014	81	13,00	2,8	Sangat toleran naungan 50%, tahan rebah
5	Denasa 1	2021	83	18,09	3,4	Toleran naungan maksimum 50%
6	Denasa 2	2021	78	18,55	3,4	Toleran naungan 50%

Tabel 3 Varietas unggul kedelai berumur genjah dan sangat genjah, serta karakter agronomisnya

No.	Varietas	Tahun dilepas	Umur masak (hari)	Bobot 100 biji (g)	Potensi hasil (t/ha)	Karakter khusus
1	Gepak Kuning	2008	73	8,25	2,86	Adaptif lahan sawah dan lahan tegal
2	Gepak Ijo	2008	76	6,82	2,68	Adaptif lahan sawah dan lahan tegal
3	Grobogan	2008	76	18,00	3,40	Adaptasi luas, agak toleran naungan 50%
4	Gamasugen 1	2013	66	11,50	2,60	Adaptif lahan sawah dan lahan tegal, tahan rebah
5	Gamasugen 2	2013	68	11,50	2,60	Adaptif lahan sawah dan lahan tegal, tahan rebah
6	Dega 1	2016	71	22,98	3,82	Adaptif lahan sawah, tahan rebah
7	Demas 2	2019	77	14,99	3,27	Toleran lahan kering masam, agak tahan rebah

8	Demas 3	2019	76	14,40	2,88	Toleran lahan kering masam, agak tahan rebah
9	Dering 2	2019	76	14,80	3,32	Toleran kekeringan fase reproduktif, tahan rebah
10	Dering 3	2019	70	13,90	2,99	Toleran kekeringan fase reproduktif, tahan rebah



TUMPANGSARI TANAMAN JAGUNG DENGAN KEDELAI (TURIMAN JALE)

Tumpangsari tanaman jagung dengan kedelai berpeluang besar untuk dapat diterapkan karena tanaman kedelai dengan jagung mempunyai interaksi positif, yaitu meningkatkan efisiensi penggunaan lahan, memperbaiki iklim mikro, menekan serangan hama penyakit, dan menekan investasi gulma, serta memperbaiki kesuburan tanah melalui imobilisasi N, mengurangi pupuk N, dan secara ekonomi lebih menguntungkan (Iqbal *et al.* 2019). Tumpangsari tanaman kedelai dengan jagung memenuhi empat prinsip yang dikemukakan Das *et al.* (2019) yaitu 1) mempunyai durasi pertumbuhan berbeda, 2) periode puncak pertumbuhan tidak bersamaan, 3) waktu kebutuhan unsur hara maksimum tidak tumpang tindih, 4) secara genetik mempunyai umur panen yang berbeda. Keempat prinsip tersebut di atas, selain dapat dicapai melalui perbedaan genetik dalam spesies tanaman, juga dapat dicapai dengan cara mengatur waktu tanam.

A. Karakteristik Tanaman Jagung

Fase pertumbuhan vegetatif (V) tanaman jagung ditentukan berdasarkan jumlah daun, atau berdasarkan jumlah buku pada batang, dan akhir fase vegetatif (VT) ditandai oleh bunga jantan yang sudah keluar sempurna (*tasseling*). Fase generatif (R) dimulai saat mulai keluarnya rambut pada tongkol (R1, *silking*) (O'Keefe 2009).

Pertumbuhan tanaman yang cepat berdasarkan indikator tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang dan tajuk terjadi pada umur 28–56 hari (Machfud *et al.* 2017). Serapan unsur hara N, P, K meningkat mulai fase R1, dan jumlah serapan N, P, dan K berturut-turut mencapai 65%, 44%, dan 63% dari total serapan (Bender *et al.* 2013). Pada kondisi optimal, serapan hara N, P, dan K berturut-turut 114 kg N, 51 kg P, dan 66 kg K per ha (Kasno dan Rostaman 2013).

Varietas jagung yang umum dibudidayakan di Indonesia adalah jenis hibrida dengan tinggi tanaman 192–220 cm, umur keluar rambut (*silking*) 49–58 hari, dan masak fisiologis 80–103 hari (Aqil dan Arvan 2016). Postur tanaman jagung lebih besar dan lebih tinggi dibandingkan tanaman kedelai. Slameto *et al.* (2020) menunjukkan bahwa perbedaan varietas jagung maupun kedelai berpengaruh nyata terhadap hasil kedelai. Oleh karena itu, pemilihan varietas jagung maupun kedelai perlu diperhatikan.

Selain pertimbangan produktivitas dan preferensi pasar, varietas jagung yang cocok digunakan dalam tumpangsari adalah yang mempunyai kanopi ramping/kompak atau yang mempunyai tipe daun tegak (*erect*). Varietas jagung yang berdaun tegak cocok untuk ditanam dalam tumpangsari dengan jarak tanam rapat. Penggunaan varietas dengan kanopi yang kompak meningkatkan efisiensi penggunaan sinar matahari oleh kedelai

sebesar 77%, dan menurunkan kompetisi penggunaan sinar matahari (Raza et al. 2021). Varietas Bisi 18 dengan tipe daun tegak mempunyai efisiensi penggunaan sinar matahari lebih tinggi dibandingkan varietas Lamuru dengan tipe daun menggantung (Sija et al. 2020). Beberapa varietas jagung lainnya yang bertipe daun tegak adalah Bima-2, Bima-4, Pioner-21, dan Bisi-16.

B. Pengaturan dan Proporsi Tanaman

Pengaturan tanaman serta proporsi tanaman jagung dan kedelai dalam sistem tumpangsari mempengaruhi kompetisi penggunaan sumber daya di atas maupun di dalam tanah (Ren et al. 2021). Pengaturan tanaman merupakan salah satu faktor penentu produktivitas komoditas yang terlibat dalam tumpangsari (Undie et al. 2012; Yang et al. 2015). Kepadatan populasi semakin tinggi tidak selalu diikuti oleh meningkatnya hasil, karena tingkat persaingan antarindividu tanaman dan tingkat kematian tanaman juga meningkat (Taufiq et al. 2020).

Berdasarkan karakteristik tanaman jagung dan kedelai sebagaimana diuraikan pada subbab sebelumnya, dan diringkas pada Tabel 4, maka karakter yang perlu dipertimbangkan dalam pola tanam tumpangsari adalah sebagai berikut:

1. Tinggi tanaman sangat berbeda sehingga tanaman jagung akan memberikan efek naungan terhadap tanaman kedelai. Oleh karena itu, perlu pengaturan tanaman (tata letak dan jarak tanam), mengatur proporsi tanaman, dan pemilihan varietas kedelai yang adaptif terhadap naungan atau intensitas cahaya rendah. Pengaturan tanaman dan penerapan proporsi tanaman menentukan tingkat kompetisi, sehingga menjadi komponen penting untuk memperoleh hasil tinggi bagi kedua komoditas. Varietas kedelai yang adaptif naungan telah dibahas pada Bab III.

- Umur masak fisiologis dan periode pertumbuhan cepat antara tanaman jagung dengan kedelai dapat saling tumpang-tindih (*overlapping*). Oleh karena itu, bila saat penanaman dilakukan bersamaan, maka lebih baik bila menggunakan varietas kedelai yang berumur genjah. Apabila menggunakan varietas kedelai yang tidak genjah, maka kedelai lebih baik ditanam lebih awal dari tanaman jagung.

Tabel 4 Karakteristik tanaman jagung dan kedelai

Karakteristik	Jagung	Kedelai
Tinggi tanaman	192–220 cm	40–80 cm
Umur berbunga	49–58 hari	28–39 hari
Masak fisiologis	80–103 hari	73–90 hari
Periode pertumbuhan cepat	28–56 hari	15–45 hari
Penyerapan unsur hara cepat	Mulai fase berbunga hingga fase masak susu	Mulai fase berbunga hingga fase polong dan biji penuh (umur 65–80 hari)

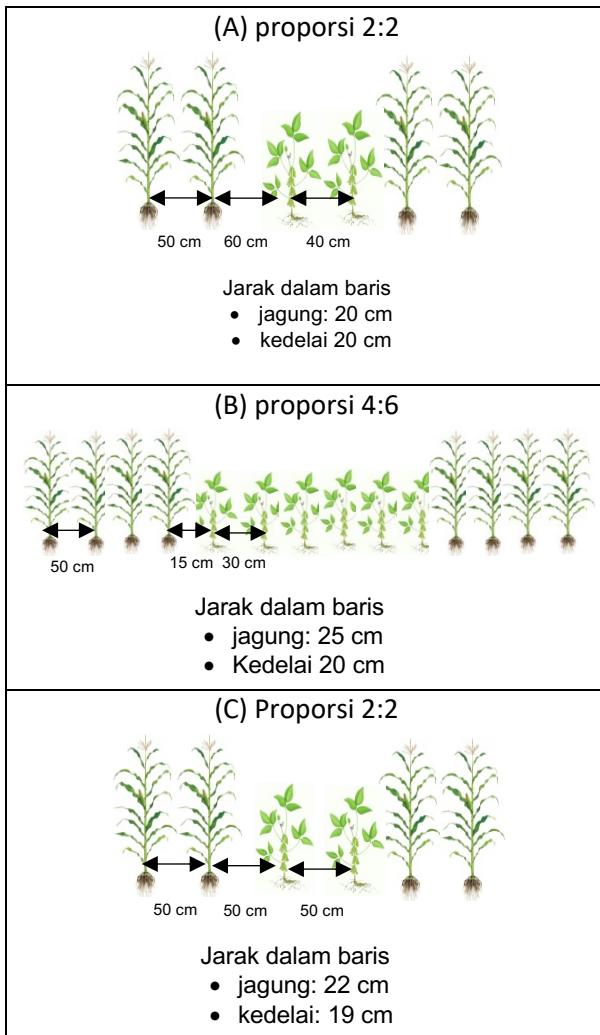
Pengaturan dan proporsi tanaman jagung dengan kedelai yang optimal adalah beragam, tergantung kondisi lahan dan ketersediaan alat-alat mekanisasi pertanian.

- Menurut Iqbal *et al.* (2019), proporsi yang optimal adalah 2:2 (2 baris jagung, 2 baris kedelai). Jarak tanam jagung 50 cm × 20 cm, 1 tanaman/rumpun, sedangkan kedelai 40 cm × 20 cm, 2 tanaman/rumpun. Jarak antara baris jagung dengan kedelai 60 cm. Luas efektif tanaman jagung dan kedelai berturut-turut 52,4% dan 47,6%. Populasi tanaman jagung dan kedelai dalam pola tersebut berturut-turut 47.620 tanaman/ha dan 95.238

tanaman/ha. Jagung dan kedelai ditanam pada waktu yang sama (Gambar 1A).

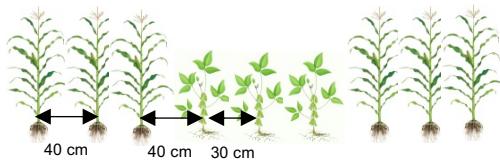
2. Menurut Zhang *et al.* (2015), proporsi yang optimal adalah 4:6 (4 baris jagung, 6 baris kedelai). Jarak tanam jagung $50\text{ cm} \times 25\text{ cm}$, 1 tanaman/rumpun, sedangkan kedelai $30\text{ cm} \times 20\text{ cm}$, 2 tanaman/rumpun. Jarak antara baris tanaman jagung dengan kedelai adalah 15 cm. Luas efektif tanaman jagung dan kedelai masing-masing adalah 50%. Populasi tanaman jagung dan kedelai dalam pola tersebut berturut-turut 48.484 tanaman/ha dan 181.818 tanaman/ha. Jagung dan kedelai ditanam pada waktu yang sama (Gambar 1B).
3. Menurut Ren *et al.* (2016), proporsi yang optimal adalah 2:2 (2 baris jagung, 2 baris kedelai). Jarak tanam jagung $50\text{ cm} \times 22\text{ cm}$, 2 tanaman/rumpun, sedangkan kedelai $50\text{ cm} \times 19\text{ cm}$, 4 tanaman/rumpun. Jarak antara baris tanaman jagung dengan kedelai 50 cm. Luas efektif tanaman jagung dan kedelai masing-masing adalah 50%. Populasi tanaman jagung dan kedelai dalam pola tersebut berturut-turut 90.000 tanaman/ha dan 210.000 tanaman/ha. Jagung dan kedelai ditanam pada waktu yang sama (Gambar 1C).
4. Menurut Astiko *et al.* (2021), proporsi yang optimal pada lahan kering adalah 3:3, yaitu 3 baris jagung, 3 baris kedelai. Jarak tanam jagung $40\text{ cm} \times 12,5\text{ cm}$, 1 tanaman/rumpun, sedangkan kedelai $30\text{ cm} \times 15\text{ cm}$, 2 tanaman/rumpun. Jarak antara baris tanaman jagung dengan kedelai adalah 40 cm. Luas efektif tanaman jagung dan kedelai berturut-turut 54,6% dan 45,4%. Populasi tanaman jagung dan kedelai dalam pola tersebut berturut-turut 109.090 tanaman/ha dan 181.818 tanaman/ha. Jagung dan kedelai ditanam pada waktu yang sama (Gambar 1D).

5. Menurut Taufiq *et al.* (2020), proporsi yang optimal pada lahan sawah tada hujan adalah 2:3, yaitu 2 baris jagung, 3 baris kedelai. Jarak tanam jagung 40 cm × 12,5 cm, 1 tanaman/rumpun, sedangkan kedelai 30 cm × 10 cm, 2 tanaman/rumpun. Jarak antara baris tanaman jagung dengan kedelai adalah 30 cm. Luas efektif tanaman jagung dan kedelai berturut-turut 44% dan 56%. Populasi tanaman jagung dan kedelai dalam pola tersebut berturut-turut 100.000 tanaman/ha dan 375.000 tanaman/ha. Jagung ditanam pada saat tanaman kedelai berumur 20 hari (Gambar 1E dan Gambar 2). Hasil jagung (varietas Bima 10) pada model tersebut adalah 5,8 t/ha pipilan kering dan hasil kedelai (varietas Dega 1) 1,8 t/ha.
6. Menurut Kristiono *et al.* (2020), proporsi yang optimal pada lahan kering adalah 2:5, yaitu 2 baris jagung, 5 baris kedelai. Jarak tanam jagung 40 cm × 20 cm, 1 tanaman/rumpun, sedangkan kedelai 40 cm × 15 cm, 2 tanaman/rumpun. Jarak antara baris tanaman jagung dengan kedelai 40 cm. Luas efektif tanaman jagung dan kedelai berturut-turut 28,6% dan 71,4%. Populasi tanaman jagung dan kedelai dalam pola tersebut berturut-turut 35.700 tanaman/ha dan 238.100 tanaman/ha. Jagung dan kedelai ditanam bersamaan (Gambar 1F). Dengan pola tersebut, hasil jagung dan kedelai masing-masing 57% dan 83% dari hasil monokultur (jagung 3,5 t/ha dan kedelai 1,85 t/ha).



Gambar 1 Pengaturan dan proporsi tanaman jagung dan kedelai dalam pola tumpangsari

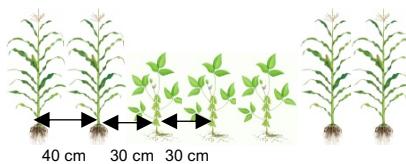
(D) proporsi 3:3



Jarak dalam baris

- jagung: 12,5 cm
- kedelai: 15 cm

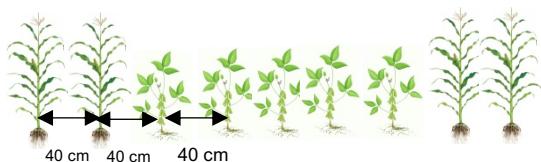
(E) proporsi 2:3



Jarak dalam baris

- jagung: 12,5 cm
- kedelai: 10 cm

(F) proporsi 2:5



Jarak dalam baris

- jagung: 20 cm
- kedelai: 15 cm

Gambar 2 Pengaturan dan proporsi tanaman jagung dan kedelai dalam pola tumpangsari (Lanjutan)



(A)



(B)

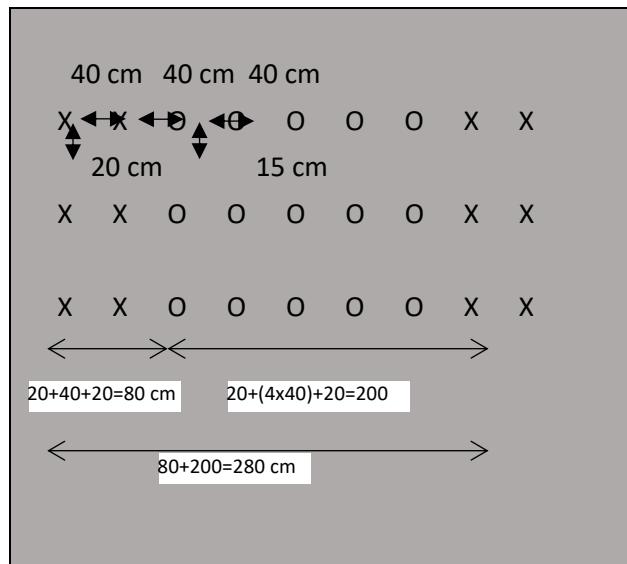
Gambar 3 Keragaan tanaman kedelai umur 45 hari (A) dan umur 70 hari (B) pada tumpangsari kedelai dengan jagung proporsi 2:3, di mana jagung ditanam pada saat kedelai berumur 20 hari.

C. Penyiapan Lahan dan Penanaman

1. Pembersihan lahan: Lahan dibersihkan dari gulma dan tanaman sebelumnya. Pembersihan gulma dapat dilakukan menggunakan herbisida kontak.
2. Pengolahan tanah:
 - a. Lahan kering dengan struktur tanah padat perlu pengolahan tanah, sedangkan pada tanah ringan/gembur tidak perlu pengolahan tanah (TOT). Tumpangsari jagung + kedelai ditanam pada musim hujan.
 - b. Lahan sawah irrigasi dengan pola tanam padi-padi-palawija tanpa dilakukan pengolahan tanah (TOT). Tumpangsari jagung + kedelai ditanam pada saat musim tanam palawija, yaitu umumnya pada musim kemarau.
 - c. Lahan sawah tadaah hujan dengan pola tanam palawija-padi dilakukan pengolahan tanah. Tumpangsari jagung + kedelai ditanam pada saat musim tanam palawija, yaitu awal atau akhir musim hujan ketika air hujan tidak cukup untuk budidaya padi.
 - d.

3. Pembuatan saluran drainase:
 - a. Tanaman jagung dan kedelai sensitif terhadap kelebihan maupun kekurangan air. Oleh karena itu, perlu dibuat saluran drainase yang berfungsi membuang kelebihan air. Saluran ini sekaligus berfungsi sebagai saluran pengairan jika tanaman memerlukan tambahan air.
 - b. Lebar saluran setidaknya 20–25 cm dan kedalaman 30 cm. Jarak antarsaluran 2–3 m.
4. Penanaman:
 - a. Penanaman jagung maupun kedelai dilakukan dengan cara ditugal, setelah tanam benih ditutup dengan tanah atau pupuk kandang.
 - b. Jumlah benih/lubang dan jarak tanam jagung maupun kedelai disesuaikan dengan proporsi yang digunakan, seperti yang dijelaskan pada subbab sebelumnya.
5. Kebutuhan benih: Kebutuhan benih untuk jagung maupun kedelai berbeda-beda tergantung pada: 1) pengaturan dan proporsi tanaman atau target populasi tanaman, 2) ukuran biji yang ditunjukkan oleh bobot 100 biji dari varietas yang akan ditanam, dan 3) daya tumbuh benih.
 - a. Menghitung populasi tanaman dalam tumpangsari: populasi tanaman dalam suatu pola tanam penting diketahui agar dapat menghitung jumlah benih yang dibutuhkan. Untuk memudahkan perhitungan, maka proporsi dan jarak tanam masing-masing komoditas yang akan ditanam digambar terlebih dahulu. Misalnya, proporsi yang akan diterapkan adalah 2:5 (2 baris jagung, 5 baris kedelai). Jarak tanam jagung 40 cm × 20 cm, 1 tanaman/rumpun, sedangkan kedelai 40 cm × 15 cm, 2 tanaman/rumpun. Jarak antara tanaman jagung dengan

kedelai 40 cm. Pola tersebut secara skematis seperti pada Gambar 4.



Gambar 4 Tumpangsari jagung (X) dengan kedelai (o) pada proporsi tanaman 2:5

- Populasi tanaman jagung per hektar adalah: $[10.000 \text{ m}^2 / (2,8 \text{ m} \times 0,2 \text{ m})] \times (2 \text{ baris} \times 1 \text{ tan/rumpun}) = 35.714$ atau dibulatkan 35.700 tanaman/ha. $10.000 \text{ m}^2 = 1 \text{ ha}$, 2,8 m atau 280 cm adalah lebar lahan yang ditempati kedua komoditas dalam satu pasang pola, 0,2 m atau 20 cm adalah jarak tanaman dalam baris.
- Populasi tanaman kedelai per hektar adalah: $[10.000 \text{ m}^2 / (2,8 \text{ m} \times 0,15 \text{ m})] \times (5 \text{ baris} \times 2 \text{ tan/rumpun}) = 238.095$ atau dibulatkan 238.100 tanaman/ha.
- Luas efektif tanaman dapat dihitung berdasarkan perbandingan panjang lahan yang digunakan masing-

masing komoditas terhadap panjang total dalam satu pasang pola. Pada Gambar 3, panjang lahan yang ditempati 2 baris jagung adalah 80 cm, dan 5 baris kedelai adalah 200 cm, sehingga total adalah 280 cm. Dengan demikian luas efektif tanaman jagung adalah $(80 \text{ cm}/280 \text{ cm}) \times 100\% = 28,6\%$. Luas efektif kedelai adalah $(200 \text{ cm}/280 \text{ cm}) \times 100\% = 71,4\%$.

- e. Kebutuhan benih secara umum dapat dihitung menggunakan rumus (1).

$$Y = P \times (A/100000) \times (100/B) \dots(1)$$

Y= jumlah benih (kg/ha)

P= populasi tanaman/ha

A= bobot 100 biji (g)

B= daya tumbuh benih (%)

Contoh: proporsi pada tumpangsari jagung dengan kedelai adalah 2:5 (2 baris jagung, 5 baris kedelai). Jarak tanam jagung $40 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$, 1 tanaman/rumpun. Jarak tanam kedelai $40 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$, 2 tanaman/rumpun. Jarak antara tanaman jagung dengan kedelai 40 cm. Populasi tanaman jagung pada pola tersebut adalah 35.700 tanaman/ha, dan populasi kedelai adalah 238.100 tanaman/ha. Jagung yang akan ditanam varietas Bisi-18, bobot 100 biji 30 g, dan daya tumbuh benih 85%. Kedelai varietas Dena 1, bobot 100 biji 14,3 g, dan daya tumbuh benih 80%. Sesuai rumus (1), maka jumlah benih yang dibutuhkan dalam pola tumpangsari tersebut sebagai berikut:

- a. Kebutuhan benih jagung adalah $35.700 \times (30/100000) \times (100/85)$ atau 12,6 kg/ha. Artinya, jumlah benih per lubang ada yang 2 biji.

- b. Kebutuhan benih kedelai adalah $238.100 \times (14,3/100000) \times (100/80)$ atau 43 kg/ha. Artinya, jumlah benih per lubang ada yang 3 biji.

D. Pemupukan

Anjuran pemupukan pada komoditas jagung dan kedelai dalam pola tumpangsari pada dasarnya sama dengan pola monokultur. Dosis pemupukan untuk komoditas jagung seperti pada Tabel 5, sedangkan untuk komoditas kedelai seperti pada Tabel 6. Dalam penerapannya, dosis pemupukan dalam pola tumpangsari dapat dihitung berdasarkan pendekatan luas efektif (*area basis*) dengan rumus (2), atau dengan pendekatan persentase populasi tanaman dalam tumpangsari terhadap populasi monokultur (*plant basis*) dengan rumus (3).

$$Fn = M \times (LE/100) \dots\dots (2)$$

$$Fn = M \times (PM/100) \dots\dots (3)$$

Fn: dosis pupuk komoditas “n” dalam pola tumpangsari (kg/ha)

M: dosis pupuk komoditas “n” dalam pola monokultur (kg/ha)

LE: luas efektif untuk komoditas “n” (%)

PM: persentase populasi tanaman terhadap populasi monokultur (%)

Contoh: proporsi pada tumpangsari jagung dengan kedelai adalah 2:5 (2 baris jagung, 5 baris kedelai). Jarak tanam jagung 40 cm x 20 cm, 1 tanaman/rumpun, populasi 35.700 tanaman/ha atau populasi 53,7% dari monokultur (66.500 tanaman/ha). Jarak tanam kedelai 30 cm x 15 cm, 2 tanaman/rumpun, populasi 238.100 tanaman/ha atau 71,5% dari monokultur (333.000 tanaman/ha). Jarak antara baris tanaman jagung dengan kedelai 40 cm. Luas efektif tanaman kedelai adalah 71,4%, dan jagung adalah 28,6%. Anjuran dosis pemupukan jagung monokultur adalah 360 kg/ha NPK 15-15-15 dan 232 kg/ha Urea, sedangkan

dosis pemupukan kedelai adalah 200 kg/ha NPK 15-15-15 dan 50 kg/ha SP36. Dengan demikian, dosis pemupukan jagung dan kedelai pada pola tumpangsari tersebut adalah:

1. Perhitungan berdasarkan pendekatan luas efektif dengan rumus (2):
 - Dosis NPK pada jagung = $360 \times (28,6/100)$ atau 103 kg/ha
 - Dosis Urea pada jagung = $232 \times (28,6/100)$ atau 66 kg/ha
 - Dosis NPK pada kedelai = $200 \times (71,4/100)$ atau 143 kg/ha
 - Dosis SP36 pada kedelai = $50 \times (71,4/100)$ atau 36 kg/ha
2. Perhitungan berdasarkan persentase populasi tanaman dengan rumus (3):
 - Dosis NPK pada jagung = $360 \times (53,7/100)$ atau 193 kg/ha
 - Dosis Urea pada jagung = $232 \times (53,7/100)$ atau 125 kg/ha
 - Dosis NPK pada kedelai = $200 \times (71,5/100)$ atau 143 kg/ha
 - Dosis SP36 pada kedelai = $50 \times (71,5/100)$ atau 36 kg/ha

Tabel 5 Rekomendasi pemupukan N, P, K pada tanaman jagung monokultur

Status hara P/K tanah	Dosis pemupukan (kg/ha)			Menggunakan pupuk tunggal (kg/ha)			Menggunakan pupuk majemuk dan tunggal (kg/ha)			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ure	SP36	KCl	Ure	SP36	KCl	NPK
	5	O	a (46 % N)	(36% P ₂ O ₅)	(60 % K ₂ O)	(46 % N)	a (46 % N)	(36% P ₂ O ₅)	(60 % K ₂ O)	15-15-15
Rendah	161	54	60	350	150	100	232	0	10	360
Sedang	161	45	45	350	125	75	252	0	0	300
Tinggi	161	36	30	350	100	50	284	6	0	200

Sumber: Husnain *et al.* (2020)

Keterangan: Pupuk Urea diberikan dua kali, yaitu 1/3 dari dosis pada umur 10 hari dan 2/3 dosis pada umur 35 hari. Pupuk Phonska, SP36, dan KCl diberikan sekali pada umur 10 hari. Selain pupuk anorganik tersebut, juga disarankan menggunakan 1-1,5 t/ha pupuk organik yang diberikan pada saat tanam sebagai penutup lubang tanam. Populasi monokultur dihitung berdasarkan populasi dari jarak tanam 75 cm × 20 cm, 1 tanaman/rumpun atau 66.500 tanaman/ha.

Tabel 6 Dosis pemupukan kedelai monokultur pada berbagai jenis lahan.

Macam pupuk	Jumlah pupuk yang diaplikasikan (kg/ha)				
	Lahan sawah	Lahan non masam	Lahan kering masam	Lahan pasang surut	Keterangan
Phonska 15-15-15	150–200	200	200	150	Disebar di antara barisan tanaman saat umur 15–20 hari.
SP36 (36% P ₂ O ₅)	50–100	50–100	100–150	100–150	Seluruhnya disebar sebelum tanam
Pupuk kandang	500–1000	1000–2000	1000–2000	1000–2000	Disebar sebelum tanam atau bersamaan tanam untuk menutup benih
Dolomit	-	-	750–1000	750–1000	Lahan kering masam: bersamaan pengolahan tanah Lahan pasang surut: dicampur pupuk kandang disebar sebelum tanam atau sepanjang barisan tanaman untuk menutup benih

Sumber: Taufiq dan Wijanarko (2017)

Keterangan: Populasi monokultur dihitung berdasarkan populasi dari jarak tanam 40 cm × 15 cm, 2 tanaman/rumpun atau 333.000 tanaman/ha.

E. Potensi Tambahan Luas Lahan Kedelai

Luas pertanaman jagung setiap tahun cenderung bertambah, namun sebaliknya luas pertanaman kedelai cenderung berkurang. Luas areal jagung di Indonesia tahun 2018 mencapai 5,73 juta ha (Tabel 7). Sentra tanaman jagung tersebar di sepuluh propinsi, dan yang terluas berada di Jatim, diikuti Jateng, Lampung, Sulut, Sulsel, NTB, NTT, Gorontalo, Sumut, dan Jabar (Muliany 2020). Luas areal kedelai tahun 2018 adalah 680.373 ha (Tabel 8), dan pada tahun 2024 diperkirakan hanya 309.849 ha dengan sentra di tujuh provinsi yaitu terluas di Jatim, diikuti Jateng, Jabar, NTB, Sulsel, Lampung, dan Aceh (Triyanti 2020).

Tabel 7 Luas areal tanaman jagung di sepuluh provinsi sentra produksi tahun 2015–2018

No.	Provinsi	Luas areal (ha)			
		2015	2016	2017	2018
1	Jatim	1.213.654	1.238.616	1.257.111	1.276.792
2	Jateng	542.804	598.272	588.812	605.518
3	Jabar	126.828	199.587	177.296	203.268
4	NTB	143.117	206.885	310.990	306.899
5	Lampung	293.521	340.200	482.607	486.313
6	Sulsel	295.115	366.771	411.993	420.984
7	Sulut	80.885	154.320	445.587	411.694
8	NTT	273.194	265.318	313.150	341.264
9	Gorontalo	129.131	195.606	336.001	322.022
10	Sumut	243.770	252.729	281.423	292.388
	Indonesia	3.787.367	4.444.368.9	5.533.169	5.734.326

Sumber:[https://www.pertanian.go.id/Data5tahun/TPATAP-2017\(pdf\)/13-LPJagung.pdf](https://www.pertanian.go.id/Data5tahun/TPATAP-2017(pdf)/13-LPJagung.pdf)

Tabel 8 Luas areal tanaman kedelai di tujuh provinsi sentra produksi tahun 2015–2018

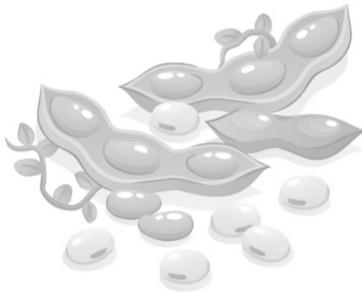
No.	Provinsi	Luas areal (ha)			
		2015	2016	2017	2018
1	Jatim	208.067	181.810	133.593	166.461
2	Jateng	70.629	60.540	60.132	74.085
3	Jabar	60.172	55.019	28.022	78.477
4	NTB	94.948	84.308	43.149	77.167
5	Lampung	8.407	8.181	5.944	54.090
6	Sulsel	38.036	46.489	11.650	22.783
7	Aceh	32.796	14.559	4.437	9.732
	Indonesia	614.095	576.987	355.799	680.373

Sumber:[https://www.pertanian.go.id/Data5tahun/TPATAP-2017\(pdf\)/14-LPKedelai.pdf](https://www.pertanian.go.id/Data5tahun/TPATAP-2017(pdf)/14-LPKedelai.pdf)

Berdasarkan data pada Tabel 7 dan Tabel 8, terdapat enam provinsi yang merupakan sentra produksi jagung sekaligus sentra produksi kedelai, yaitu Jatim, Jateng, Jabar, NTB, Lampung, dan Sulsel. Hal ini menunjukkan bahwa kedua komoditas tersebut menjadi bagian penting dari pola usaha tani di wilayah-wilayah tersebut. Dengan demikian terdapat peluang pengembangan kedelai dalam pola tumpangsari dengan jagung.

Sebagian besar tanaman jagung (84,2%) dan kedelai (74,8%) ditanam secara monokultur (Astuti *et al.* 2021). Bila 50% dari luas tanaman jagung yang ada di 10 propinsi sentra dapat mengikuti program pola tumpangsari jagung dengan kedelai, maka terdapat luas areal tanaman jagung untuk pola tumpangsari 2,33 juta ha. Bila tanaman kedelai dalam pola tumpangsari dengan tanaman jagung mengikuti proporsi dengan luas efektif kedelai 56%, berarti ada tambahan luas areal kedelai sekitar 1,3 juta ha. Dengan cara

demikian, maka pemenuhan kebutuhan jagung dan kedelai dari dalam negeri dapat berjalan beriringan.



TUMPANGSARI TANAMAN PADI GOGO DENGAN KEDELAI (TURIMAN PAGOLE)

A. Karakteristik Tanaman Padi Gogo

Fase vegetatif berlangsung selama 55 hari (0–55 hari), dimulai dari perkembahan benih hingga stadia anakan. Fase reproduktif berlangsung 35 hari (56–90 hari), dimulai dari stadia primordia atau inisiasi bunga hingga malai berkembang dan keluar bunga. Fase pemasakan berlangsung 30 hari (91–120 hari), dimulai dari butir padi mulai berisi seperti susu hingga butir padi masak mati dan siap dipanen. Serapan unsur hara makro dan mikro padi gogo meningkat secara kuadratik seiring dengan bertambahnya umur tanaman (Fageriak dan Knupp 2013). Akumulasi unsur hara makro hingga akhir masa anakan untuk unsur N dan P mencapai 25%, sedangkan K, Ca, Mg, dan S mencapai 35–45% dari serapan total. Serapan hara tertinggi unsur K, Ca, Mg, dan S terjadi antara umur 45–60 hari setelah kecambah, unsur N pada umur 65 hari, dan unsur P pada 70 hari (Crusciol *et al.* 2016). Varietas unggul padi gogo yang dibudidayakan di

Indonesia umumnya mempunyai tinggi tanaman 90–138 cm, dan umur masak 111–115 hari setelah semai (Sastro *et al.* 2022).

Varietas padi gogo yang berbeda memberikan respons yang berbeda dalam tumpangsari dengan kedelai. Pada tumpangsari genotipe padi gogo dengan kedelai varietas Dena 1, ketika padi ditanam 2 minggu setelah kedelai maka terjadi peningkatan pertumbuhan dan produktivitas padi (Wangiyana *et al.* 2021). Riyanto *et al.* (2021) menunjukkan bahwa kombinasi padi gogo varietas Inpari 19 dengan kedelai varietas Dena 1 memberikan hasil lebih tinggi dibandingkan menggunakan padi gogo varietas Inpago 9 dengan kedelai varietas Grobogan. Namun kedua tumpangsari tersebut lebih menguntungkan dibandingkan pola monokultur padi maupun kedelai. Taufiq *et al.* (2020) menunjukkan bahwa tumpangsari padi gogo varietas Inpago 10 dengan kedelai varietas Dega 1 memberikan total hasil lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan varietas Dena 1.

Berdasarkan karakteristik tanaman padi gogo dan kedelai (Tabel 9), maka karakter menonjol yang perlu dipertimbangkan dalam pola tanam tumpangsari padi gogo dengan kedelai adalah sebagai berikut:

1. Tinggi tanaman berpeluang tidak banyak berbeda sehingga tanaman padi gogo tidak memberikan efek naungan terhadap tanaman kedelai, dan juga sebaliknya. Oleh karena itu, untuk meminimalkan kompetisi perlu pengaturan tanaman dan mengatur proporsi tanaman. Untuk tanaman kedelai dapat digunakan varietas yang adaptif maupun yang tidak adaptif naungan.
2. Umur masak fisiologis padi gogo dan kedelai berbeda sehingga dapat ditanam pada saat yang bersamaan. Namun demikian periode penyerapan unsur hara cepat dapat saling tumpang-

tindih (*overlapping*). Dengan demikian, untuk meminimalkan pengaruh kompetisi dilakukan pengaturan tanaman atau mengatur waktu pemupukan.

Tabel 9 Karakteristik tanaman padi gogo dan kedelai

Karakteristik	Padi gogo	Kedelai
Tinggi tanaman	90–138 cm	40–80 cm
Umur berbunga	56 hari	28–39 hari
Masak fisiologis	111–115 hari	73–90 hari
Penyerapan unsur hara cepat	Umur 45–70 hari	Mulai fase berbunga hingga fase polong dan biji penuh umur 65–75 hari

B. Pengaturan dan Proporsi Tanaman

Tumpangsari padi gogo dengan kedelai terbukti mampu memperbaiki kesuburan tanah. Hal ini ditunjukkan dengan adanya kenaikan yang cukup signifikan kadar bahan organik, N, P, K tersedia, KTK tanah, porositas total dan permeabilitas tanah dibandingkan pada monokultur padi gogo maupun kedelai (Riyanto *et al.* 2021).

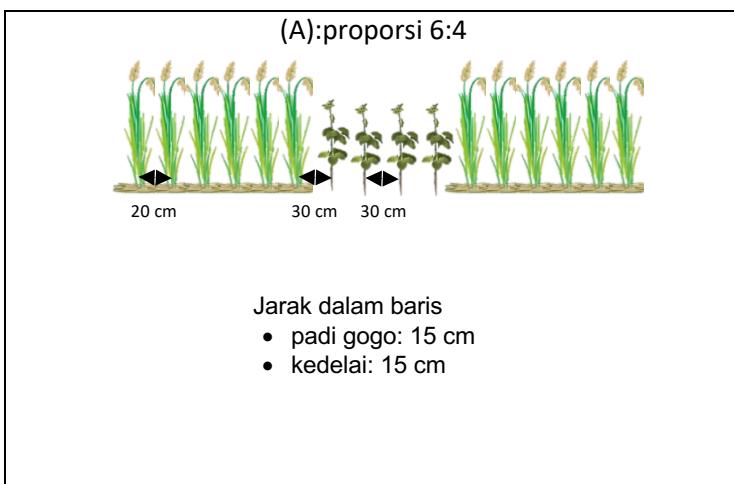
Tanaman padi gogo mempunyai postur lebih pendek dan bentuk daun lebih sempit dari tanaman jagung. Namun demikian, pada sistem tumpangsari dengan kedelai perlu pengaturan proporsi tanaman agar keduanya dapat berproduksi optimal. Kompetisi penggunaan sumber daya dalam tumpangsari tidak saja terjadi antar tanaman antar baris tetapi juga dalam baris. Taufiq *et al.* (2020) menunjukkan bahwa tanaman padi gogo yang berdekatan dengan kedelai pertumbuhannya kurang baik yaitu

menunjukkan gejala daun menguning, tepi dan ujung daun mengering (mirip gejala kahat unsur hara K).

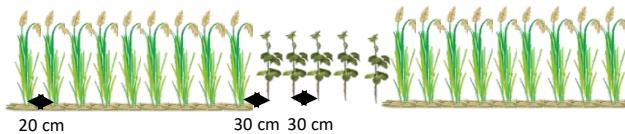
1. Putra *et al.* (2017): proporsi padi gogo dengan kedelai yang optimal adalah 6:4, yaitu 6 baris padi gogo dan 4 baris kedelai. Jarak tanam padi gogo $20\text{ cm} \times 15\text{ cm}$, 5–6 tanaman/rumpun, sedangkan jarak tanam kedelai $30\text{ cm} \times 15\text{ cm}$, 2 tanaman/rumpun. Jarak antara baris padi gogo dengan kedelai 30 cm. Pada proporsi tersebut hasil padi gogo tidak berbeda dengan hasil dari pertanaman monokulturnya . Luas efektif padi gogo dan kedelai berturut-turut adalah 52% dan 48%. Populasi padi gogo dan kedelai pada pola tersebut berturut-turut adalah 160.000 rumpun/ha dan 213.300 tanaman/ha. Padi gogo dan kedelai ditanam bersamaan (Gambar 4A).
2. Slameto *et al.* (2020): Hasil padi gogo dan kedelai tertinggi dicapai pada proporsi 9:5, yaitu 9 baris padi gogo dengan 5 baris kedelai. Jarak tanam padi gogo $20\text{ cm} \times 15\text{ cm}$, 5–6 tanaman/rumpun, sedangkan jarak tanam kedelai $30\text{ cm} \times 15\text{ cm}$, 2 tanaman/rumpun. Jarak antara baris padi gogo dengan kedelai 30 cm. Luas efektif tanaman padi gogo dan kedelai masing-masing adalah 55,9% dan 44,1%. Populasi padi gogo dan kedelai pada pola tersebut berturut-turut adalah 176.470 rumpun/ha dan 196.000 tanaman/ha. Padi gogo dan kedelai ditanam bersamaan (Gambar 4B).
3. Riyanto *et al.* (2021): proporsi yang optimal adalah 4:4 yaitu 4 baris padi gogo dan 4 baris kedelai. Jarak tanam padi gogo $20\text{ cm} \times 15\text{ cm}$, 5–6 tanaman/rumpun, sedangkan jarak tanam kedelai $30\text{ cm} \times 15\text{ cm}$, 2 tanaman/rumpun. Jarak antara baris padi gogo dengan kedelai 30 cm. Luas efektif tanaman padi gogo dan kedelai masing-masing adalah 42,8% dan 57,1%. Populasi padi gogo dan kedelai pada pola tersebut berturut-

turut adalah 127.000 rumpun/ha dan 254.000 tanaman/ha. Padi gogo dan kedelai ditanam bersamaan (Gambar 4C).

4. Taufiq *et al.* (2020): proporsi yang optimal adalah 6:3, yaitu 6 baris padi gogo dan 3 baris kedelai. Jarak tanam padi gogo 20 cm × 10 cm, 5–6 tanaman/rumpun. Jarak tanam kedelai 30 cm × 10 cm, 2 tanaman/rumpun. Jarak antara padi dengan kedelai 20 cm. Luas efektif tanaman padi gogo dan kedelai masing-masing adalah 60% dan 40%. Populasi padi gogo dan kedelai dalam pola tersebut berturut-turut adalah 300.000 rumpun/ha dan 300.000 tanaman/ha (Gambar 4D dan Gambar 5).
5. Taufiq *et al.* (2020): proporsi 4:3 dengan 4 baris padi gogo dan 3 baris kedelai. Jarak tanam padi gogo 20 cm × 10 cm, 5–6 tanaman/rumpun. Jarak tanam kedelai 30 cm × 10 cm, 2 tanaman/rumpun, jarak antara padi dengan kedelai 30 cm. Populasi padi gogo 148.000 rumpun/ha dan populasi kedelai 300.000 tanaman/ha. Luas efektif tanaman padi gogo dan kedelai masing-masing adalah 50%. Padi gogo dan kedelai ditanam bersamaan (Gambar 4E dan Gambar 5).



(B):proporsi 9:5

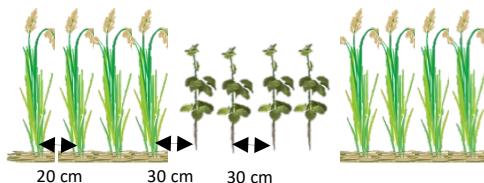


Jarak dalam baris

- padi gogo: 15 cm
- kedelai: 15 cm

Gambar 5 Pengaturan tanaman dan proporsi tanaman dalam tumpangsari padi gogo dengan kedelai.

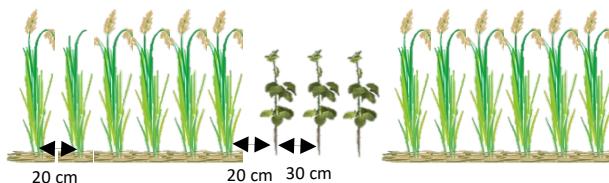
(C):proporsi 4:4



Jarak dalam baris

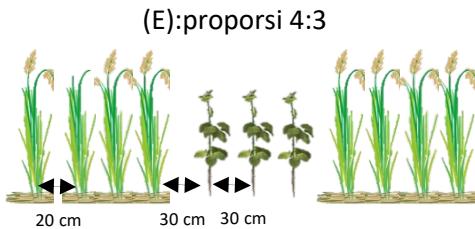
- padi gogo: 15 cm
- kedelai: 15 cm

(D):proporsi 6:3



Jarak dalam baris

- Padi gogo: 10 cm
- kedelai: 10 cm



Jarak dalam baris

- padi gogo: 10 cm
- kedelai: 10 cm

Gambar 6 Pengaturan tanaman dan proporsi tanaman dalam tumpangsari padi gogo dengan kedelai (Lanjutan).



Proporsi 6:3



Proporsi 4:3



Proporsi 6:3



Proporsi 4:3

Gambar 7 Keragaan padi gogo dan kedelai umur 40 hari (foto atas) dan umur 79 hari (foto bawah) pada proporsi 6:3 dan 4:3.

IP2TP Kendalpayak, MH 2018/2019.

C. Penyiapan Lahan dan Penanaman

1. Pembersihan lahan: Lahan dibersihkan dari gulma dan tanaman sebelumnya. Pembersihan gulma dapat dilakukan menggunakan herbisida kontak.
2. Pengolahan tanah: pada lahan kering maupun lahan sawah tada hujan dengan struktur tanah padat perlu dilakukan pengolahan tanah.
3. Pembuatan saluran drainase: Tanaman kedelai sensitif terhadap kelebihan maupun kekurangan air. Oleh karena itu perlu dibuat saluran drainase untuk membuang kelebihan air. Saluran ini sekaligus berfungsi sebagai saluran pengairan untuk memasukkan air jika tanaman memerlukan tambahan air. Lebar saluran setidaknya 20–25 cm dan kedalaman 30 cm. Jarak antar saluran 2–3 m.
4. Penanaman:
 - a. Penanaman tumpangsari padi gogo + kedelai dilakukan pada musim hujan.
 - b. Penanaman padi gogo maupun kedelai dilakukan dengan cara ditugal, kemudian setelah tanam benih ditutup dengan tanah atau pupuk kandang.
 - c. Jumlah benih/lubang dan jarak tanam padi gogo maupun kedelai disesuaikan dengan proporsi yang digunakan, seperti yang dijelaskan pada subbab sebelumnya.
5. Kebutuhan benih: Kebutuhan benih untuk padi gogo maupun kedelai berbeda-beda tergantung pada: 1) jarak tanam atau target populasi tanaman, 2) ukuran biji yang ditunjukkan oleh bobot 100 biji untuk kedelai dan 1000 biji untuk padi gogo dari varietas yang akan ditanam, dan 3) daya tumbuh benih. Jumlah benih yang diperlukan, secara umum dapat diketahui berdasar

rumus (1), seperti yang dijelaskan pada tumpangsari jagung dengan kedelai.

Contoh: proporsi yang diterapkan adalah 6:3, yaitu 6 baris padi gogo dan 3 baris kedelai. Jarak tanam padi gogo 20 cm × 10 cm, 5–6 tanaman/rumpun (populasi 300.000 rumpun/ha atau 1,5–1,8 juta tanaman/ha). Jarak tanam kedelai 30 cm × 10 cm, 2 tanaman/rumpun (populasi 300.000 tanaman/ha). Jarak antara padi dengan kedelai 20 cm. Luas efektif tanaman padi gogo dan kedelai dalam pola tersebut berturut-turut adalah 60% dan 40%. Padi gogo yang akan ditanam varietas Impago 12, bobot 1000 biji 26 g atau 2,6 g/100 biji, dan daya tumbuh benih 85%. Sedangkan kedelai menggunakan varietas Dega 1, bobot 100 biji 20 g, dan daya tumbuh benih 80%. Sesuai rumus (1), maka jumlah benih yang dibutuhkan dalam pola tumpangsari tersebut sebagai berikut:

- a. Kebutuhan benih padi gogo adalah $1.800.000 \times (2,6/100000) \times (100/85)$ atau 55 kg/ha.
- b. Kebutuhan benih kedelai adalah $300.000 \times (20/100000) \times (100/80)$ atau 75 kg/ha. Artinya, jumlah benih per lubang ada yang 3 biji.

D. Pemupukan

Dosis acuan pemupukan padi gogo untuk pola tanam monokultur adalah 90 kg N/ha, 36 kg P₂O₅/ha, dan 60 kg K₂O/ha atau jika menggunakan pupuk tunggal setara dengan 200 kg Urea/ha (46% N), 100 kg SP36/ha (36% P₂O₅), dan 100 kg KCl/ha (60% K₂O). Jika menggunakan kombinasi pupuk majemuk NPK 15-15-15 dan pupuk tunggal, maka dosis pemupukan tersebut setara dengan 240 kg/ha NPK 15-15-15, 117 kg/ha Urea, dan 40 kg/ha KCl. Pemupukan padi gogo dan kedelai dalam pola tumpangsari

dihitung menggunakan rumus (2) maupun rumus (3), seperti yang dijelaskan pada tumpangsari jagung dengan kedelai.

Alternatif dosis pemupukan tumpangsari padi gogo dengan kedelai adalah 200 kg/ha Urea + 350 kg/ha Phonska + 1000 kg/ha pupuk kandang. Dosis pemupukan tersebut digunakan untuk pemupukan kedua komoditas. Pupuk kandang diberikan pada saat tanam sebagai penutup lubang tanam. Pupuk Urea diberikan dua kali, yaitu 1/3 dari dosis diberikan pada umur 10 hari dan 2/3 dosis pada umur 35 hari. Pupuk Phonska diberikan sekali pada umur 10 hari. Pada lahan masam dengan pH 4,5–5,5 perlu disertai pemberian Dolomit dosis 750–1000 kg/ha.

E. Potensi Tambahan Luas Lahan Kedelai

Luas padi gogo (padi ladang) di Indonesia tahun 2018 mencapai 1.273.570 ha, meningkat 10% dari tahun 2017 (Kementerian 2019). Sentra produksi padi gogo berada di tujuh propinsi dengan luas 793.000 ha (Tabel 10). Empat dari tujuh sentra padi gogo tersebut juga merupakan sentra kedelai, yaitu Sumut, Lampung, Jatim, dan Jabar. Bila tanaman kedelai dikembangkan pada areal padi gogo dalam pola tumpangsari, maka akan diperoleh tambahan luas tanam cukup signifikan.

Tumpangsari padi gogo dengan kedelai dengan proporsi 6:3 dan 4:3 memberikan hasil padi masing-masing 3,2 t/ha dan 2,7 t/ha gabah kering, serta hasil kedelai 1,1–1,4 t/ha dengan varietas Dega 1 (Taufiq *et al.* 2020). Produktivitas rata-rata nasional padi gogo monokultur adalah 3,28 t/ha, sedangkan di Sumut, Jatim, Kalbar, Lampung, Sumsel, dan NTT adalah 1,77–3,71 t/ha, dan 5,32 t/ha di Jabar (Tabel 10). Hal ini menunjukkan bahwa tanaman kedelai berpeluang dikembangkan di sentra-sentra padi gogo karena dari aspek produktivitas masih pada kisaran produktivitas

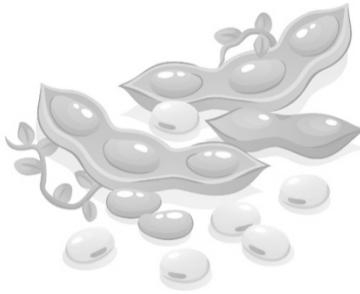
dalam pola monokultur di sebagian besar wilayah sentra padi gogo di Indonesia.

Tabel 10 Sentra produksi padi gogo di Indonesia tahun 2018.

No.	Propinsi	Luas		Produktivitas (t/ha)
		(ha)	(%)	
1	Sumut	155.000	12,18	3,71
2	Jatim	146.000	11,47	2,39
3	Kalbar	132.000	10,37	1,77
4	Lampung	97.000	7,62	3,11
5	Sumsel	96.000	7,54	1,10
6	NTT	91.000	7,15	2,27
7	Jabar	76.000	5,97	5,32
Indonesia		1.273.570		3,28

Sumber: Kementerian (2019)

Luas areal padi gogo di tujuh daerah sentra produksi tersebut mencapai 793.000 ha. Ketika luas efektif kedelai dalam pola tumpangsari yang diterapkan mencapai 40%–50%, maka terdapat tambahan luas tanam kedelai dari ketujuh wilayah tersebut seluas 317.200–396.500 ha. Jika tanaman padi gogo lebih diutamakan, maka disarankan menggunakan proporsi 6:3.



TUMPANGSARI TANAMAN UBI KAYU DENGAN KEDELAI (TURIMAN UKALE)

Penanaman ubi kayu monokultur terus menerus menyebabkan penurunan hasil umbi karena terjadi penurunan kualitas kesuburan tanah. Ketika ditumpangsarikan dengan tanaman legum, ubi kayu tidak menurunkan kesuburan tanah dan bahkan hasil umbi meningkat (Islami *et al.* 2011; Sundari dan Mutmaidah 2018). Ardjasa (2001) menunjukkan bahwa tumpangsari ubi kayu dengan kedelai mampu mencegah penurunan kesuburan tanah.

A. Karakteristik Tanaman Ubi Kayu

Ubi kayu merupakan tanaman berkayu, batang berbentuk silindris dengan diameter 2–6 cm, berdaun tunggal dengan panjang tangkai daun 10–20 cm. Fase pertumbuhan awal terjadi pada umur 5–7 hari dengan munculnya akar adventif pada permukaan dasar stek, dan pada umur 10–12 hari mulai tumbuh tunas baru dan daun muda. Pada umur 15–30 hari pertumbuhan masih bergantung pada cadangan makanan yang terkandung pada bahan tanam. Pertumbuhan batang dan daun mencapai

maksimum antara umur 3–6 bulan, dan pertumbuhan vegetatif yang paling aktif terjadi pada umur 4–5 bulan. Umbi mulai terbentuk pada umur 30–40 hari. Periode perkembangan umbi terjadi pada umur 6–9 bulan, dan pada umur 9–10 bulan pertumbuhan bagian tanaman di atas tanah terhenti dan sebagian besar daun gugur.

Pertumbuhan ubi kayu berjalan lambat pada tiga bulan pertama kemudian meningkat cepat pada dua bulan berikutnya, setelah itu menurun lagi. Kecepatan akumulasi N, P, dan K juga lambat pada dua bulan pertama dan maksimum pada bulan ke tiga dan ke empat, kemudian sangat lambat pada dua bulan terakhir (Taufiq *et al.* 2012). Pada tingkat hasil 21 t/ha, ubi kayu menyerap 136 kg N, 17,6 kg P, and 131,9 kg K/ha (Amanullah *et al.* 2007), sedangkan pada tingkat hasil 30 t/ha menyerap 147,6 kg N, 20,7 kg P, and 148,8 kg K/ha (Wargiono *et al.* 2006).

Varietas yang umum ditanam di Indonesia mempunyai umur panen 8–10 bulan, tinggi batang 1–3,5 m, tipe percabangan tidak bercabang hingga bercabang (Balitkabi 2016). Varietas ubi kayu yang sesuai untuk tumpangsari adalah varietas yang tidak bercabang, seperti UJ 3, UJ 5, Malang 4, Litbang UK 1, Litbang UK 2.

B. Pengaturan Tanaman dan Penanaman

1. Alternatif 1: ubi kayu dan kedelai masing-masing ditanam dengan populasi 100% atau tumpangsari model aditif (Gambar 6).
 - a. Kedelai ditanam terlebih dahulu dengan cara tanam seperti menanam kedelai monokultur (Balitkabi 2015).
 - b. Ubi kayu ditanam pada saat tanaman kedelai berumur 20 hari dengan cara seperti halnya menanam monokultur (Saleh *et al.* 2016).

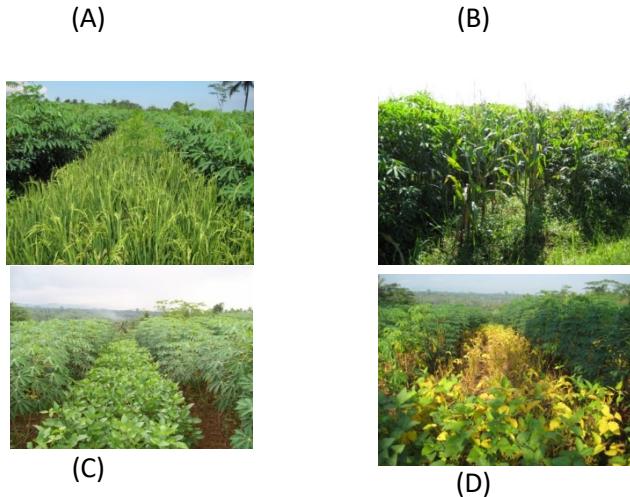
- c. Pemeliharaan tanaman, seperti penyiraman dan pemupukan dilakukan terhadap tanaman kedelai seperti halnya memelihara tanaman kedelai monokultur. Dosis pupuk untuk kedelai mengikuti petunjuk yang ditulis pada Bab IV subbab 4.4.
- d. Pemeliharaan tanaman ubi kayu, seperti pembumbuan dan pemupukan, dilakukan setelah tanaman kedelai dipanen. Dosis pemupukan mengikuti dosis pupuk ubi kayu monokultur, yaitu 138 kg N + 36 kg P₂O₅+ 60 kg K₂O/ha atau setara dengan 300 kg Urea (46% N), 100 kg SP36 (36% P₂O₅), dan 100 kg KCl (60% K₂O) per ha.



Gambar 8 Tumpangsari ubi kayu dengan kedelai dengan populasi masing-masing 100%.

- 2. Alternatif 2: dengan model penanaman dalam lorong.
 - a. Pada cara ini ubi kayu ditanam dalam baris ganda dengan jarak tanam 60 cm × 70 cm dan antarbaris ganda ubi kayu 260 cm. Dengan jarak tanam tersebut, populasi ubi kayu

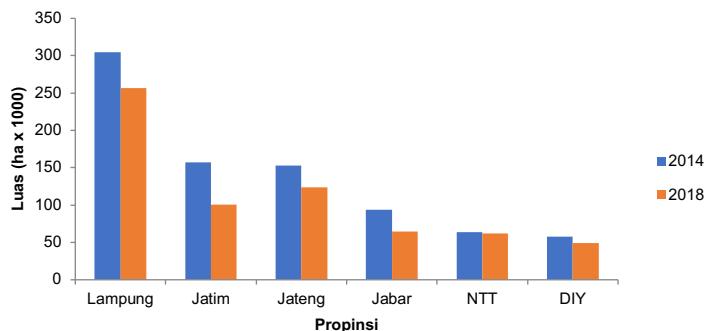
- 9.000 tanaman/ha atau berkurang 10% dari populasi normal 10.000 tanaman/ha (jarak tanam 100 cm × 100 cm).
- b. Pada lorong selebar 260 cm ditanami lima baris kedelai dengan jarak tanam 30 cm × 15 cm, 2 tanaman/rumpun, jarak antara tanaman ubi kayu dengan kedelai adalah 70 cm (Gambar 7). Dengan pengaturan tersebut, populasi tanaman kedelai adalah 208.000 tanaman/ha atau 62,6% dari populasi monokultur, dan luas efektif adalah 59,4%.
 - c. Penanaman kedelai dapat dilakukan pada musim hujan, dan ditanam setelah ubi kayu berumur 20 hari.
 - d. Penanaman kedelai juga dapat dilakukan pada akhir musim hujan. Pada awal musim hujan, dalam lorong di antara baris ganda ubi kayu (260 cm) ditanami jagung atau padi gogo. Kedelai ditanam setelah jagung atau padi gogo dipanen.
 - e. Pemeliharaan tanaman kedelai dilakukan seperti halnya pada penanaman monokultur (Balitkabi 2015).
 - f. Dosis pemupukan kedelai adalah 59,4% dari dosis monokultur (*area basis*), atau 62,4% dari monokultur (*plant basis*). Acuan dosis pemupukan kedelai monokultur seperti pada Tabel 6 (Bab IV, subbab 4.4).



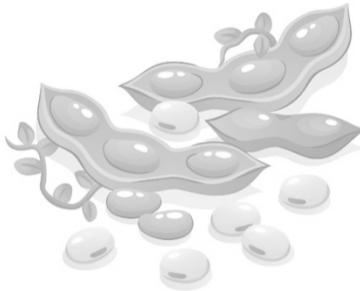
Gambar 9 Tumpangsari ubi kayu dengan padi gogo (A) dan jagung (B) pada musim hujan, dan setelah padi gogo atau jagung diperpanen ditanami kedelai (C dan D).

C. Potensi Tambahan Luas Lahan Kedelai

Lampung, Jatim, Jateng , Jabar, NTT, dan DIY merupakan enam provinsi sentra ubi kayu di Indonesia dengan luas 657.000 ha pada tahun 2018 atau 82,9% dari luas areal ubi kayu di Indonesia (Gambar 8). Jika 50% dari luas tersebut ditanami kedelai menggunakan pola tumpangsari model alternatif I (model aditif), maka akan terdapat tambahan luas tanam kedelai 328.000 ha. Apabila kedelai ditanam tumpangsari menggunakan model alternatif II, maka diperoleh tambahan luas kedelai 205.300 ha.



*Gambar 10 Luas pertanaman ubi kayu di sentra produksi di Indonesia tahun 2014 dan 2018 (Sumber:
<https://www.pertanian.go.id>)*



TUMPANGSARI TEBU DENGAN KEDELAI (TURIMAN BULE)

Penanaman kedelai dalam pola tumpangsari dengan tebu dapat dilakukan pada tebu keprasan (ratun) maupun tanam baru. Tumpangsari dengan tebu keprasan dapat dilakukan setiap tahun, sedangkan dengan tebu tanam baru dapat dilakukan setiap 3–5 tahun sekali pada saat tanaman tebu sudah saatnya dibongkar dan tanam dari bibit baru.

Pola tanam tumpangsari tebu dengan kedelai lebih efisien dan lebih produktif dibandingkan dengan monokultur tebu dengan nilai kesetaraan lahan 1,41–2,21, produktivitas kedelai 1,34–1,74 t/ha dan tebu 84,6–121,6 t/ha tergantung varietas kedelai dan tebu yang ditanam. Pola tanam tumpangsari kedelai dan tebu secara ekonomi layak dan menguntungkan (Rifai *et al.* 2014). Pengkajian Saeri dan Suyamto (2016) menunjukkan bahwa hasil tanaman kedelai tumpangsari dengan tanaman tebu ratun adalah 0,95 t/ha, sedangkan dengan tebu tanam baru adalah 1,61 t/ha, dan secara ekonomi menguntungkan dan layak.

A. Karakteristik Tanaman Tebu

Secara morfologi, tanaman tebu memiliki sistem perakaran serabut yang terbagi menjadi dua, yaitu akar tunas dan akar stek. Namun demikian, yang akan menjadi akar permanen adalah akar tunas. Batang tanaman tebu tidak bercabang, berbentuk lurus, bengkok, cekung, dan ada pula yang cembung. Daun tebu tumbuh dari buku pada salah satu sisi batang, dan posisi daun pada batang biasanya berlawanan arah secara silih berganti (membentuk dua barisan). Panjang daun dapat mencapai 1 m dengan lebar mencapai 10 cm.

Pertumbuhan tebu terdiri atas empat fase, yaitu:

1. Fase perkecambahan (umur 0–1 bulan), dimulai saat terjadinya pertumbuhan mata tunas tebu.
2. Fase pertunasan atau fase pertumbuhan cepat (umur 1–3 bulan), yang ditandai perkecambahan dan tumbuhnya mata tunas pada batang tebu di dalam tanah menjadi tanaman tebu baru. Pada fase ini, tanaman membutuhkan air, unsur hara, dan sinar matahari yang cukup.
3. Fase pemanjangan batang (umur 3–9 bulan).
4. Fase pemasakan atau fase generatif maksimal (umur 10–12 bulan). Fase ini ditandai dengan daun berwarna hijau kekuningan, dan sering ditandai dengan keluarnya bunga.

Tanaman tebu membutuhkan unsur hara N yang sangat tinggi. Wijaya (2008) menunjukkan bahwa pada umur 180 hari, serapan N mencapai 427-506 kg N/ha dan serapan N tersebut jauh lebih rendah dibandingkan serapan P yaitu sebesar 31-36 kg P/ha. Serapan N dan P hingga umur 90 hari tergolong rendah, dan meningkat 5-6 kali mulai umur >90 hari.

Berdasarkan fase pertumbuhan dan pola serapan unsur hara tanaman tebu tersebut, ada dua fase di mana efek naungan dari

kanopi tanaman tebu dan kompetisi penyerapan unsur hara masih tergolong rendah, yaitu fase perkecambahan dan fase pertunasan dengan total waktu 3 bulan atau sekitar 90 hari. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat peluang penanaman kedelai tumpangsari dengan tebu, mengingat umur panen sebagian besar varietas unggul kedelai kurang dari 90 hari.

B. Pengaturan Tanaman dan Penanaman

1. Tebu model tanam juring/baris tunggal PKP 120 cm
 - a. Tanaman tebu ditanam dalam baris tunggal dengan sistem dari pusat ke pusat (PKP) atau sistem jarak tanam selebar 120 cm (Gambar 9).
 - b. Pada tebu keprasan/ratun (*RC, ratoon cane*), dilakukan pengolahan tanah pada lorong di antara barisan tebu. Pengolahan tanah untuk tanaman kedelai dapat dilakukan dengan olah tanah minimal, yaitu hanya pada barisan yang akan ditanami kedelai.
 - c. Pada tebu RC, penanaman kedelai dilakukan setelah tebu dipanen dan paling lambat saat tebu ratun telah berumur 1 bulan.
 - d. Pada tebu tanam baru (*PC, plant cane*), kedelai ditanam seminggu sebelum tebu ditanam, dan paling lambat setelah tebu berumur 1 bulan.
 - e. Penanaman kedelai dilakukan dengan cara ditugal atau pada alur bajak.
 - f. Pada PKP 120 cm dapat ditanami 2 baris kedelai jarak tanam 30 cm × 20 cm, 2 tanaman/rumpun, jarak tebu dengan kedelai 45 cm, populasi kedelai 166.000 tanaman/ha atau 50% dari populasi monokultur (333.000 tanaman/ha). Luas efektif tanaman kedelai adalah 62,5%.

- g. Pada PKP 120 cm dapat juga ditanami 2 baris kedelai jarak tanam 25 cm × 25 cm, 2 tanaman/rumpun, jarak tebu dengan kedelai 47,5 cm, populasi kedelai 133.000 tanaman/ha (40% dari populasi monokultur). Luas efektif tanaman kedelai adalah 60,4%.



Gambar 11 Tumpangsari tebu dengan kedelai pada areal PTPN XI di Jatiroti Lumajang (foto diambil dari <https://kominfo.jatimprov.go.id/berita>).

2. Tebu model tanam *ring-pit* 90 cm
 - a. Pada *ring-pit* 90 cm (diameter lubang tanam tebu), jarak *ring-pit* dalam baris 50 cm, lebar lorong antara dua *ring-pit* adalah 130 cm (Gambar 10).
 - b. Persiapan lahan dan saat tanam kedelai pada tebu RC maupun PC pada model *ring-pit* sama dengan pada model tebu baris tunggal, seperti yang sudah dijelaskan pada poin 1 di atas.
 - c. Pada lorong 130 cm dapat ditanami 3 baris kedelai jarak tanam 25 cm × 25 cm, 2 tanaman/rumpun, jarak tebu dengan kedelai 40 cm, sehingga diperoleh populasi kedelai

123.000 tanaman/ha atau 37% dari populasi monokultur. Luas efektif tanaman kedelai adalah 69,2%.



Gambar 12 Pertanaman tebu umur 3 bulan dengan model tanam ring-pit 90 cm di areal PTPN XI Jatirotok, Lumajang.

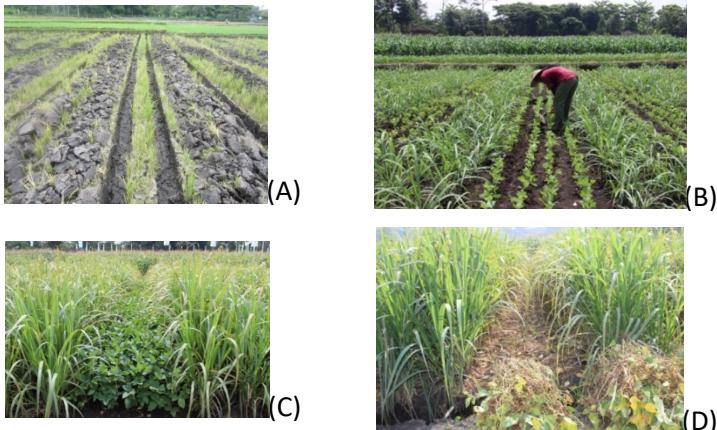
3. Tebu juring/baris ganda
 - a. Pada sistem tanam baris ganda, penanaman tebu menggunakan PKP dalam baris ganda 50 cm × 50 cm, dan antar baris ganda 150 cm (Gambar 11).
 - b. Penyiapan lahan untuk tanaman kedelai mengacu pada cara penyiapan lahan untuk tanam kedelai monokultur. Pengolahan tanah dapat dilakukan minimal, yaitu hanya pada barisan yang akan ditanami kedelai. Pada tanah dengan struktur gembur tidak perlu pengolahan tanah, cukup dilakukan pembersihan gulma.
 - c. Kedelai ditanam pada lorong di antara baris ganda tebu (150 cm) sebanyak 4 baris dengan jarak tanam 30 cm × 20 cm, 2 tanaman/rumpun, jarak barisan kedelai dengan

tanaman tebu adalah 20–30 cm. Pada sistem tanam ini, populasi kedelai adalah 200.000 tanaman/ha atau 60% dari populasi monokultur.

- d. Penanaman kedelai dilakukan bersamaan dengan penanaman tebu atau paling lambat saat tanaman tebu berumur 1 bulan. Cara tanam kedelai dengan tugal atau ditanam dalam alur.

C. Pemupukan

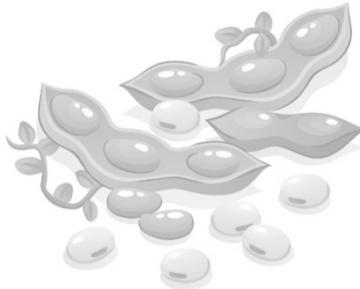
Dosis pemupukan kedelai adalah 150 kg Phonska + 50 kg SP36/ha, 50% dosis pupuk Phonska dan semua dosis pupuk SP36 diberikan saat tanam. Sisa pupuk Phonska diberikan pada umur 15–20 hari. Pemberian pupuk dengan cara disebar di antara barisan kedelai. Dosis pemupukan juga dapat ditentukan/dihitung menggunakan rumus (2) atau rumus (3) seperti yang dijelaskan pada Bab IV subbab 4.4.



Gambar 13 Tumpangsari tebu sistem tanam baris ganda dengan kedelai. Penyiapan lahan tebu baris ganda (A), penyirangan gulma (B), keragaan kedelai fase pengisian polong (C), dan saat panen kedelai (D).

D. Potensi Tambahan Luas Lahan kedelai

Luas areal pertanaman tebu di Indonesia tahun 2020 adalah 418.996 ha, 13,5% dikelola oleh perkebunan besar negara, 29,7% dikelola oleh perkebunan besar swasta, dan 56,8% perkebunan rakyat. Dari total luas areal tersebut, 45% berada di Jatim, 31,4% berada di Lampung, dan 23,5% tersebar di Jateng, Sumsel, Sulsel, Jabar, dan Gorontalo (BPS 2020a). Apabila pada areal lahan tebu dapat ditanami kedelai dengan pola tumpangsari dengan luas efektif kedelai 60%, maka akan diperoleh tambahan areal kedelai setidaknya 251.000 ha.



TANAMAN KEDELAI AGENSIA PENYUBUR TANAH

Tanaman kedelai pada saat dipanen 90% daunnya sudah gugur. Hasil pengamatan dan terhadap tanaman kedelai di KP Kendalpayak tahun 2007 menunjukkan bahwa potensi daun gugur yang terakumulasi di permukaan tanah sebanyak 0,4–0,7 t/ha. Petani umumnya juga menjemur brangkasan dan membijikan kedelai di lahan, yang berarti ada tambahan biomas selain dari daun.

Bobot brangkasan kering kedelai saat panen beragam tergantung varietas dan kondisi pertumbuhan, umumnya berkisar antara 1,1–1,7 t/ha (Tabel 11). Brangkasan kedelai kaya unsur hara makro. Kadar unsur hara dalam jaringan tanaman kedelai pada lahan kering masam yang dikelola dengan baik adalah 0,19–0,37% P, 0,95–2,9% K, dan 1,45–1,94% Ca (Taufiq dan Kuntyastuti 2005). Sumadi (1987) melaporkan bahwa serapan N kedelai mencapai 280,9 kg N/ha dimana 141 kg N/ha atau 50,2% berasal dari fiksasi N.

Petani umumnya juga memanen brangkasan kedelai menggunakan sabit, yang berarti perakaran kedelai dan sekaligus bintil akarnya akan tertinggal di dalam tanah. Total bobot kering perakaran tanaman kedelai (termasuk bintil akar) pada kondisi

pertumbuhan sedang hingga baik rata-rata 1 g/tanaman (Taufiq dan Kuntyastuti 2003), dan jika populasi tanaman saat panen 245.000 tanaman/ha (75% dari populasi normal, jarak tanam 40 cm x 15 cm, 2 tanaman/rumpun) berarti akan ada sumbangan biomas akar kedelai 0,25 t/ha. Salvagiotti *et al.* (2008) menganalisis data dari 480 penelitian dari daerah subtropis dan tropis (termasuk Indonesia) dan menunjukkan bahwa total serapan N pada kedelai sebesar 44–485 kg N/ha (rata-rata 219 kg N/ha) dimana 52% dari hasil fiksasi.

Tabel 11 .Bobot brangkasan kering saat panen (tidak termasuk biji) beberapa varietas kedelai (Data primer Visitor Plot Balitkabi tahun 2007).

Varietas	Bobot brangkasan kering (t/ha)				
	KP Muara MK II	KP Muneng MH	KP Genteng MK II	KP Muneng MK I	Rata-rata
Ajasmoro	1,2	1,2	–	1,1	1,2
Burangrang	0,8	1,2	1,9	1,2	1,3
Cikurai	0,6	1,4	2,1	0,9	1,3
Jaya Wijaya	0,8	1,3	1,5	1,3	1,2
Kaba	0,9	2,1	2,7	1,1	1,7
Kawi	1,0	1,3	2,2	1,1	1,4
Krakatau	1,0	1,1	–	1,1	1,1
Lawit	0,9	1,7	2,4	1,2	1,5
Lokon	0,6	0,9	2,4	0,6	1,1
Malabar	0,7	1,5	2,1	0,9	1,3
Menyapa	1,1	2,4	2,7	1,4	1,9
Panderman	0,8	1,1	2,6	0,9	1,4
Petek	0,6	1,5	2,6	0,9	1,4

Raung	1,0	2,7	3,1	1,9	2,2
Ringgit	1,0	2,5	1,8	1,5	1,7
Sindoro	0,7	1,4	—	1,1	1,1
Tidar	0,5	0,8	—	0,5	0,6
Wilis	0,9	1,7	3,0	1,1	1,7
Mahameru	—	1,7	—	1,3	1,5
Argomulyo	—	—	2,2	—	2,2
Baluran	—	—	2,2	—	2,2
Ijen	—	—	3,1	—	3,1
Rata-rata	0,8	1,5	2,4	1,1	1,5

KP=kebun percobaan, MK=musim kemarau, MH=musim hujan

Dengan demikian, potensi total biomas kering tanaman kedelai yang bisa disumbangkan ke tanah mencapai 1,75–2,65 t/ha. Hal ini akan memperkaya seresah bahan organik di permukaan dan di dalam tanah. Seresah tanaman, akar, dan bintil akar kedelai cepat mengalami dekomposisi karena kadar nitrogen (N) yang tinggi, yang berarti akan meningkatkan kandungan hara dan bahan organik tanah.

Berdasarkan data di atas, tanaman kedelai sangat berpotensi menyumbang kesuburan tanah. Dalam satu musim tanam kedelai akan menyumbang 44–485 kg N/ha, 7,6–22,5 kg/ha P₂O₅, 20,0–92,6 kg/ha K₂O, dan 25,4–51,4 kg/ha Ca. Sumbangan unsur hara yang cukup tinggi dari kedelai akan memberikan manfaat bagi kesuburan tanah.

Keunggulan tanaman legum, termasuk kedelai, dalam menjaga dan meningkatkan kesuburan tanah adalah sebagai berikut:

1. Mampu memfiksasi N dari udara hasil simbiosis dengan mikroba penambat N. Jumlah N hasil fiksasi dalam satu musim tanam

untuk kedelai 165–200 kg N/ha, kacang tanah 25–56 kg N/ha, kacang tunggak 24–240 kg N/ha, dan kacang hijau 21–85 kg N/ha.

2. Memperkaya bahan organik tanah. Dalam satu musim tanam, tanaman kedelai, kacang tanah, dan kacang hijau menghasilkan biomas (selain biji) berturut-turut 1–2,5, 2,1–2,5, dan 2,5–2,9 t/ha. Biomass dari tanaman legum mudah terurai karena mengandung N tinggi.
3. Bahan organik dari tanaman legum berfungsi sebagai sumber unsur hara. Potensi sumbangan unsur hara dalam satu musim tanam dari biomass cukup tinggi. Untuk biomass kedelai 44–485 kg N, 7,6–22,5 kg P₂O₅, 20,0–92,6 kg K₂O, dan 25,4–51,4 kg/ha Ca. Biomass kacang hijau menyumbang 26–30 kg N, 10–12 kg P₂O₅, dan 36–42 kg K₂O/ha. Biomass kacang tanah menyumbang 30–36 kg N, 6–7 kg P₂O₅, dan 30–35 kg K₂O/ha.
4. Tanaman legum tergolong ramah lingkungan, selain membutuhkan air lebih sedikit, juga menghasilkan emisi gas CO₂ dan N₂O 5–7 kali lebih rendah dibandingkan tanaman pangan lainnya.

Hal tersebut menunjukkan bahwa penanaman kedelai khususnya dan tanaman legum pada umumnya dalam pola tumpangsari dengan tanaman pangan lainnya maupun dengan tanaman semusim non-pangan berpeluang memberikan manfaat bagi peningkatan kesuburan tanah sehingga dapat menjaga kelestarian dan keberlanjutan sistem produksi pertanian.

Dafta Pustaka

- Amanullah, M.M., K. Vaiyapuri, K. Sathyamoorthi, S. Pazhanivelan, A. Alagesan. 2007. Nutrient uptake, tuber yield of cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) and soil fertility as influenced by organic manures. *Journal of Agronomy* 6(1):183-187.
- Aqil, M dan R.Y. Arvan. 2016. Deskripsi Varietas Unggul Jagung. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Badan Litbang Pertanian. 55 hlm.
- Ardjasa, W.S., Ho Ando, M. Kimura. 2001. Yield and soil erosion among cassava-based cropping patterns in South Sumatra. *Soil Science and Plant Nutrition* 47(1):101-112.
- Astiko, W., N.M.L. Ernawati, I.P. Silawibawa. 2021. The effect of row proportion of maize and soybean intercropping on growth and yield of component crops in sandy soil North Lombok, Indonesia. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 637. doi:10.1088/1755-1315/637/1/012005
- Astuti, K., O.R. Prasetyo, I.N. Khasanan. 2021. Analisis Produktivitas Jagung dan Kedelai di Indonesia 2020 (Hasil Survei Ubinan). Badan Pusat Statistik, Jakarta. 110 hlm.
- Balitkabi, 2016. Deskripsi Varietas Unggul Aneka Kacang dan Umbi. Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi, Badan Litbang Pertanian. 211 hlm.
- Balitkabi, 2015. Panduan Teknis Budidaya Kedelai di Berbagai Agroekosistem. Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi, Malang. 38 hlm.
- Bender, R.R., J.W. Haeghele, F.E. Below. 2015. Nutrient uptake, partitioning, and remobilization in modern soybean varieties. *Agronomy Journal* 107(2):563-573.

- Bender, R.R., J.W. Haeggele, M.L. Ruffo, F.E. Below. 2013. Nutrient uptake, partitioning, and remobilization in modern, transgenic insect-protected maize hybrids. *Agronomy Journal* 105(1):161-170.
- Bortolon, L., E.S.O. Bortolon, F.P. de Camargo. 2018. Yield and nutrient uptake of soybean cultivars under intensive cropping systems. *Journal of Agricultural Science* 10(12):344-357.
- BPS, 2018. Kajian Konsumsi Bahan Pokok Tahun 2017. Subdirektorat Statistik Pariwisata, Badan Pusat Statistik, Jakarta. 84 hlm.
- BPS, 2020a. Statistik Tebu Indonesia 2020. Badan Pusat Statistik, Jakarta. 56 hlm.
- BPS. 2019. Statistik Indonesia 2019. Badan Pusat Statistik, Jakarta. 738 hlm.
- BPS. 2020b. Rata-rata konsumsi per kapita seminggu beberapa macam bahan makanan penting tahun 2007-2019 (Tabel Dinamis BPS). <https://www.bps.go.id/statictable/2014/09/08/950> [Akses 12 Agustus 2021].
- Cheng, B., L. Wang, R. Liu, W. Wang, R. Yu, T. Zhou, I. Ahmad, A. Raza, S. Jiang, M. Xu, C. Liu, L.Yu, W. Wang, S. Jing, W. Liu, W. Yang. 2022. Shade-tolerant soybean reduces yield loss by regulating its canopy structure and stem characteristics in the maize–soybean strip intercropping system. *Front. Plant Sci.* 13:848893. doi: 10.3389/fpls.2022.848893
- Crusciol, C.A.C., A.M Fernandes, A.C.A. Filho, R.C.F Alvarez. 2016. Macronutrient uptake and removal by upland rice cultivars with different plant architecture. *Revista Brasileira Ciencia do Solo*. 40:e0150115.
- Das, A., J. Layek, S. Babu, R. Krishnappa, M.T Devi, A. Kumar, D.P. Patel, G.I Ramkrushna, G.S. Yadav, K. Sarika, A.K. Tripathi, P.K.

- Ghosh and N. Prakash. 2019. Intercropping for Climate Resilient Agriculture in NEH Region of India. Technical bulletin No 1 (Online). ICAR Research Complex for NEH Region, Umiam – 793 103, Meghalaya.
- Fageriaak, N.K and A. M. Knupp. 2013. Upland rice phenology and nutrient uptake in tropical climate. Journal of Plant Nutrition 36(1):1-14.
- Handriawan, A., D.W Respatie, dan Tohar. 2016. Pengaruh intensitas naungan terhadap pertumbuhan dan hasil tiga kultivar kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) di lahan pasir Pantai Bugel, Kulon Progo. Vegetalika 5(3):1-14.
- Husnain, L.R. Widowati, I. Las, M. Sarwani, S. Rochayati, D. Setyorini, W. Hartatik, I.G.M. Subiksa, I.W. Suastika, L. Angria, A. Kasno, Nurjaya, H. Wibowo, K. Zakiah, D. Aksani, M. Hatta, N.P.S. Ratmini, Y. Barus, W. Annisa, Susilawati. 2020. Rekomendasi pupuk N, P, dan K spesifik lokasi untuk tanaman padi, jagung dan kedelai pada lahan sawah (per kecamatan): Buku II: Jagung. Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. 415 hlm.
- Iqbal, N., S. Hussain, Z. Ahmed, F. Yang, X. Wang, W. Liu, T. Yong, J. Du, K. Shu, W. Yang, J. Liu. 2019. Comparative analysis of maize–soybean strip intercropping systems: a review. Plant Production Science 22(2):131-142.
- Islami, T., B. Guritno, and W.H. Utomo. 2011. Performance of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) based cropping systems and associated soil quality changes in the degraded tropical uplands of East Java, Indonesia. Journal of Tropical Agriculture 49(1-2):31-39.

- Kasno, A dan T. Rostaman. 2013. Serapan hara dan peningkatan produktivitas jagung dengan aplikasi pupuk NPK majemuk. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 32(3):179-186.
- Kementan 2018. Kementerian Pertanian: Data Lima Tahun Terakhir. <http://www.pertanian.go.id>
- Kementan, 2019. Data luas panen dan produksi padi ladang serta kedelai tahun 2014-2018. www.kementan.go.id (diakses tanggal 5 Februari 2020).
- Kristiono, K., S. Muzaiyanah, D.A.A. Elisabeth, dan A. Harsono. 2020. Produktivitas tumpangsari kedelai dengan jagung pada akhir musim hujan di lahan kering beriklim kering. *Pangan* 29(3 Desember):197–210.
- Li, L., L.Z. Zhang, and F.S. Zhang. 2013. Crop mixtures and the mechanisms of over yielding. In Levin, S.A (edt). *Encyclopedia of Biodiversity*. 2nd edt. Academic Press. 2:382-395.
- Lithourgidis, A.S., C.A. Dordas, C.A. Damalas, D.N. Vlachostergios. 2011. Annual intercrops: An alternative pathway for sustainable agriculture. *Australian Journal of Crop Science* 5(4):396-410.
- Machfud, Y., E.T. Sofyan, D.S Saribun, dan A. Yuliana. 2017. Serapan N P K tanaman jagung (*Zea mays*, L.) pada Typic Eutrudepts akibat pemberian pupuk organik padat curah (POPC) dan pupuk anorganik. *Soilrens* 15(1):14-19.
- Mucheru-Muna M, Pypers P, Mugendi D, Kung'u J, Mugwe J, Merckx R and Vanlauwe B. 2010. Staggered maize-legume intercrop arrangement robustly increases crop yields and economic returns in the highlands of Central Kenya. *Field Crops Research* 115:132-139.
- Muliany, H. 2020. Outlook Komoditas Tanaman Pangan: Jagung. Pusat Data dan Informasi Pertanian, Jakarta. 78 hlm.

- Nleya, T., P. Sexton, K. Gustafson, and J. M. Miller. 2013. Soybean growth stages. In: Clay, D.E., C.G. Carlson, S.A. Clay, L. Wagner, D. Deneke, C. Hay (Eds). *Grow Soybean: Best Management Practices for Soybean Production*. South Dakota State University, SDSU Extension, Brookings, SD.
- Nugrahaeni, N. 2011. Pengenalan Varietas Unggul. Materi Pelatihan SL-PTT dan UPBS Tanggal 11– 13 Oktober 2011. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang.
- O'Keefe, K. 2009. Vegetative growth. P 19-32. In Edwards, J (edt). *Maize growth & development*. State of New South Wales Department of Primary Industries.
- Putra, F.P., P. Yudono, and S. Waluyo. 2017. Growth and yield of upland rice under intercropping system with soybean in sandy coastal area. *Ilmu Pertanian (Agricultural Science)* 2(3 December):130–136.
- Raza, M.A., L. Cui, I. Khan, A.M Uddin, G. Chen, M. Ansar, M. Ahmed, Sh. Ahmad, A. Manaf, J.K Titriku, Gh.A. Shah, F. Yang & W. Yang. 2021. Compact maize canopy improves radiation use efficiency and grain yield of maize/soybean relay intercropping system. *Environmental Science and Pollution Research* 28:41135–41148. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13541-1>
- Ren, Y., Liu, J., Wang, Z., Zhang, S. 2016. Planting density and sowing proportions of maize–soybean intercrops affected competitive interactions and water-use efficiencies on the Loess Plateau, China. *Europ. J. Agronomy* 72:70–79.
- Ren, Y., L. Zhang, M. Yan, Y. Zhang, Y. Chen, J.A Palta, S. Zhang. 2021. Effect of sowing proportion on above- and below-ground competition in maize–soybean intercrops. *Scientific Reports*. 11. 10.1038/s41598-021-95242-w.

- Rifai, A., S. Basuki, dan B. Utomo. 2014. Nilai kesetaraan lahan budi daya tumpang sari tanaman tebu dengan kedelai: studi kasus di Desa Karangharjo, Kecamatan Sulang, Kabupaten Rembang. *Widyariset* 17(1):59–70.
- Riyanto, D., R. Hendrata, A. Anshori. 2021. Penerapan sistem tumpang sari padi gogo–kedelai di lahan sawah tadah hujan gunungkidul terhadap perubahan sifat tanah, hasil dan analisis usaha tani. *Jurnal Ilmu–Ilmu Pertanian* 28(1):62–73.
- Rusinamhodzi L., M. Corbeels, J. Nyamangara, K.E. Giller. 2012. Maize–grain legume intercropping is an attractive option for ecological intensification that reduces climatic risk for smallholder farmers in Central Mozambique. *Field Crops Research* 136:12–22.
- Saeri, M dan Suyamto, 2016. Kajian tumpangsari tebu dan kedelai (bule) dalam upaya peningkatan keuntungan usahatani. Hlm. 725–732. *Dalam* Muslimin, E.S Rohaeni, A. Noor, Suryana et al. (eds). Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian Spesifik Lokasi. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Saleh, N., A. Taufiq, Y. Widodo, T. Sundari. 2016. Pedoman Budidaya Ubi Kayu di Indonesia. IAARD Press, Jakarta. 75 hlm.
- Salvagiotti, F., K.G. Cassman, J.E. Specht, D.T. Walters, A. Weiss and A. Dobermann. 2008. Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans: A review. *Field Crops Research* 108 (1):1–13.
- Sastro, Y., Suprihanto, A. Hairmansis, I. Hasmi, Satoto. 2022. Deskripsi Varietas Unggul Baru Padi. Balai Besar Penelitian Padi, Badan Litbang Pertanian. 132 hlm.

- Sija, P., Y. Sugito, A. Suryanto and D. Hariyono. 2020. Radiation use efficiency of maize (*Zea mays* L.) on different varieties and intercropping with mungbean in the rainy season. *Agrivita Journal of Agricultural Science* 42(3):462-471.
- Sirait, M.H.A dan A.S. Karyawati. 2019. Pengaruh naungan pada pertumbuhan dan hasil beberapa varietas kedelai (*Glycine max* (L.) Merr). *Jurnal Produksi Tanaman* 7(7):1304–1313.
- Slameto, Meidaliyantisyah, and J. Barus. 2020. Implementation of rice, corn, soybean intercropping planting system on acid land agroecosystem in Lampung area. *Proceedings of the International Seminar on Promoting Local Resources for Sustainable Agriculture and Development. Advances in Biological Sciences Research*, volume 13:259-266.
- Sumadi, S. 1987. Estimation of fixed nitrogen by soybean root nodules of T 201 and Enrei cultivars. *Pen. Pertanian* 7(1):29-32.
- Sundari, T dan S. Mutmaidah. 2018. Kesesuaian galur-galur harapan kedelai untuk tumpangsari jagung + kedelai. *Jurnal Agronomi Indonesia* 46(1):40-47.
- Taufiq, A dan A. Wijanarko. 2017. Teknologi Produksi Benih Kedelai. *Dalam Nugrahaeni, N., A. Taufiq, J.S. Utomo (eds). Bunga Rampai: Teknik Produksi Benih Kedelai.* IAARD Press, Jakarta. 214 hlm.
- Taufiq, A dan H. Kuntiyastuti, 2005. Pemupukan dan pengapuran pada varietas kedelai toleran lahan masam di Lampung. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 24(3):147-158.
- Taufiq, A dan H. Kuntyastuti. 2003. Perbaikan dan peningkatan efisiensi teknik produksi kedelai di lahan kering masam. *Laporan Hasil Penelitian. Balitkabi, Malang.*

- Taufiq, A dan Y. Zulhedi. 2015. Pengujian galur harapan mutan kedelai terhadap cekaman kekurangan air. Laporan Akhir Penelitian Kerjasama Patir Batan dengan Balitkabi.
- Taufiq, A., T. Sundari, A. Harsono, D. Harnowo, S. Mutmaidah, Y. Baliadi, A. Wijanarko, N. Nugrahaeni. 2020. Evaluasi teknologi tumpangsari kedelai dengan padi gogo dan jagung. Buletin Palawija 18(1):20-32.
- Sundari, T dan S. Mutmaidah. 2018. Identifikasi kesesuaian genotipe kedelai untuk tumpangsari dengan ubi kayu. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia 23(1):29-37.
- Triyanti, D.R. 2020. Outlook Komoditas Tanaman Pangan: Kedelai. Pusat Data dan Informasi Pertanian, Jakarta. 78 hlm.
- Undie U.L, D.F. Uwah, E.E. Attoe. 2012. Effect of intercropping and crop arrangement on yield and productivity of late season maize/soybean mixtures in the humid environment of South Southern Nigeria. Journal of Agriculture Science 4(4):37-50.
- Waktola SK, K. Belete, T. Tana. 2014. Productivity evaluation of maize-soybean intercropping system under rain fed condition at Bench-Maji Zone, Ethiopia. Sky Journal of Agriculture Research 3(9):158-164.
- Wangiyana, W., I.G.P.M. Aryana, N. Farida. 2021. Effect of intercropping with soybean on growth and yield of several promising lines of black rice in aerobic irrigation system. International Journal of Horticulture, Agriculture and Food Science (IJHAF) 5(5):26-31.
- Wargiono, J., A. Hasanuddin, dan Suyamto. 2006. Teknologi Produksi Ubi kayu Mendukung Industri Bioetanol. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor. 42 hlm.
- Wei-guo, L., S. Hussain, L. Ting, Z. Jun-lin, R. Meng-lu, Z. Tao, L. Jiang, Y. Feng, Y. Wen-yu. 2018. Shade stress decreases stem

- strength of soybean through restraining lignin biosynthesis. Journal of Integrative Agriculture 17(0):60345-7
- Wijaya, K.A. 2008. Serapan N dan P tanaman tebu varietas R 579 dan PS 864 sebagai landasan saat tepat untuk pemupukan N dan P. Jurnal Pertanian Mapeta 11(1):26-32.
- Yang, F., X. Wang, D. Liao, F. Lu, R. Gao, W. Liu, T. Yong, X. Wu, J. Du, J. Liu, W. Yang. 2015. Yield response to different planting geometries in maize–soybean relay strip intercropping systems. Agronomy Journal 107(1):296-304.
- Zhang, Y., J. Liu., J. Zhang, H. Liu., S. Liu, L. Zhai, H. Wang, Q. Lei, T. Ren, C. Yin. 2015. Row ratios of intercropping maize and soybean can affect agronomic efficiency of the system and subsequent wheat. PloS ONE 10(6):e0129245.

Biodata Penulis



Abdullah Taufiq lahir di Gresik 6 Januari 1963. Pendidikan Sarjana (S1) di Jurusan Ilmu Tanah, Universitas Brawijaya tahun 1983-1987, dan Pasca Sarjana (S2) di Jurusan Ilmu Tanah, Universitas Gadjah Mada tahun 1999-2001.

Bekerja di Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi) Malang mulai tahun 1989 sebagai tenaga honorer, dan diangkat menjadi PNS tahun 1990. Tahun 1993-1995 aktif penelitian pengelolaan kesuburan tanah pada komoditas jagung, 1996-2001 pada komoditas kacang tanah, 2001-2018 pada komoditas kacang tanah dan kedelai, dan 2019-sekarang pada komoditas kedelai dan ubi kayu. Tahun 2009 memperoleh penghargaan sebagai peneliti tanaman kedelai berprestasi dari Kementerian Pertanian RI. Tahun 2010-2011 menjadi mitra bestari untuk Jurnal Agrivita. Tahun 2010-sekarang menjadi dewan editor Buletin Palawija (Balitkabi). Menduduki fungsional Asisten Peneliti tahun 1989, dan tahun 2017 sebagai Peneliti Ahli Utama golongan IV/e. Selama menjalani karier sebagai peneliti, dalam delapan tahun terakhir sejak 2014 telah menulis 56 karya tulis ilmiah hasil penelitian (sebagai *author* dan *co-author*) yang dipublikasikan dalam prosiding nasional maupun internasional, dan jurnal nasional maupun internasional, serta monograf dan bunga rampai. Selain itu juga menulis empat buku yaitu “Keharaan Kacang Tanah”, “Keharaan Kedelai”, “Kunci Sukses Budidaya Kedelai di Lahan Pasang Surut”, dan Pedoman Budidaya Ubi Kayu di Indonesia”. Seiring reformasi birokrasi, sejak tahun 2022 beralih jabatan fungsional menjadi penyuluh.

Kedelai menjadi bagian dalam pola makan Bangsa Indonesia, dan kebutuhannya terus meningkat setiap tahun. Pasokan kedelai sebagian besar berasal dari impor. Pemerintah mendorong peningkatan produksi kedelai melalui beragam program. Pengembangan kedelai selama ini dilakukan dalam pola monokultur, tetapi sulit berkembang karena kalah bersaing dengan komoditas lain.

Kedelai, jagung, padi gogo, ubi kayu, dan tebu menempati lahan dan agroekologi yang relatif sama sehingga akan terjadi persaingan dalam penggunaan lahan. Kelima komoditas tersebut banyak dibudidayakan di Indonesia, dan daerah sentranya sama. Oleh karena itu, pengembangan kedelai dapat dilakukan beriringan dengan pengembangan komoditas jagung, padi gogo, ubi kayu, dan tebu melalui pola tumpangsari.

Dalam buku ini diuraikan berbagai aspek yang berkaitan dengan budidaya tumpangsari kedelai dengan jagung, padi gogo, ubi kayu, dan tebu, serta potensi pengembangannya dan manfaatnya dalam menjaga kelestarian dan keberlanjutan sistem produksi pertanian. Informasi dalam buku ini ditulis dengan bahasa yang mudah dipahami oleh berbagai pihak, disertai contoh-contoh sehingga dapat menjadi acuan bagi penyuluhan, praktisi, dan pengambil kebijakan pertanian.



Madza Media

✉ redaksi@madzamedia.co.id
🌐 www.madzamedia.co.id
📱 @madzamedia

ISBN 978-623-377-877-0

A standard linear barcode is positioned at the bottom right of the page, corresponding to the ISBN number above it. The barcode consists of vertical black lines of varying widths on a white background.