ISSN 1693~1882

BULETIN Palawija

Volume 15, Nomor 2, Oktober 2017

Karakteristik Roti Manis Berbahan Baku Ubi Jalar dan Tepung Gandum Lokal

Peningkatan Daya Hasil Galur Mutan Kacang Tanah Melalui Pemupukan Kalsium di Lahan Kering Pulau Lombok

Rantai Pasok Benih Sumber Varietas Unggul Baru Kedelai

Pengaruh Jenis Amelioran terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kacang Hijau di Tanah Salin

Keragaan Populasi Famili Halfsib Hasil Persilangan Ubi Jalar untuk Pengkayaan Mikronutrien

Penerapan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) pada Tanaman Kedelai

Buletin Palawija	Vol. 15 No. 2	hlm. 49-100	Malang, Oktober 2017	ISSN 1693–1882

BALAI PENELITIAN TANAMAN ANEKA KACANG DAN UMBI
Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

BULETIN
Palawija

ISSN 1693-1882

PENANGGUNG JAWAB:

Kepala Balitkabi

Dewan Redaksi

Ketua
Prof. Dr. Arief Harsono
Agronomi

Wakil Ketua
Dr. A.A. Rahmianna
Agronomi

ANGGOTA
Dr. Heru Kuswantoro
Pemuliaan Tanaman
Ir. I Ketut Tastra, M.S.
Mekanisasi Pertanian
Dr. Suharsono
Entomologi
Ir. Fachrur Rozi, M.S.
Ekonomi Pertanian
Ir. Abdullah Taufiq, M.P.
Ilmu Tanah
Ir. Erliana Ginting, M.Sc.
Teknologi Pangan
Eriyanto Yusnawan, Ph.D.
Penyakit Tanaman

MITRA BESTARI
Dr. Ir. Sudarmadi Purnomo, M.S.
Pemuliaan Tanaman
Prof. Dr. Kurniatun Hairiah
Ilmu Tanah
Dr. Ir. Yulia Nuraini, MS
Ilmu Tanah
Prof. Dr. Ratya Anindita
Ekonomi Pertanian
Prof. Dr. Subiyakto
Entomologi
Dr. Ir. Bambang Dwi Argo, D.E.A.
Mekanisasi Pertanian
Prof.Dr. Harijono, M.App. S.E.
Teknologi Pangan

REDAKSI PELAKSANA
Bambang Sri Koentjoro, S.P., M.Kom.
Dian Adi Anggraeni, STP, M.Agr. MAP
Afandi Kristiono, S.Si.
Apri Sulistyo, SP, M.Si.
Sutrisno, SP

SEKRETARIAT
Afandi Kristiono, S.Si.
Sutrisno, S.P.

FREKUENSI TERBIT
Dua nomor per tahun: Mei dan Oktober

ALAMAT
Redaksi Buletin Palawija
Balitkabi, Jalan Raya Kendalpayak km 8 Kotak Pos 66
Malang 65101 Tel. 0341-801468 Fax. 0341-801496
e-mail: buletinpalawija@gmail.com

Daftar Isi

Volume 15 Nomor 2 Oktober 2017

Karakteristik Roti Manis Berbahan Baku Ubi Jalar dan Tepung Gandum Lokal
Rahmi Yulifianti, Erliana Ginting, Amin Nur 49-56

Peningkatan Daya Hasil Galur Mutan Kacang Tanah Melalui Pemupukan Kalsium di Lahan Kering Pulau Lombok
A. Farid Hemon, Hanafi Abdurrachman, Sumarjan 57-61

Rantai Pasok Benih Sumber Varietas Unggul Baru Kedelai
Bambang S. Koentjoro, Fachrur Rozi 62-68

Pengaruh Jenis Amelioran terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kacang Hijau di Tanah Salin
Sri Wahyuningsih, Afandi Kristiono, Abdullah Taufiq 69-77

Keragaan Populasi Famili Halfsib Hasil Persilangan Ubi Jalar untuk Pengkayaan Mikronutrien
Sri Umi Lestari , Nur Basuki 78-87

Penerapan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) pada Tanaman Kedelai
Sri Wahyuni Indiati, Marwoto 88-101

Indeks Buletin Palawija Volume 15 Nomor 2 Tahun 2017 102

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi
Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

KATA PENGANTAR

Untuk mencapai kedaulatan pangan, Pemerintah di Indonesia terus berupaya meningkatkan produksi pangan termasuk komoditas aneka kacang dan umbi sebagai penganeka ragam sumber pangan. Dewasa ini, kebutuhan produk aneka kacang dan umbi terus meningkat sejalan dengan terus bertambahnya jumlah penduduk dan berkembangnya industri pangan dan pakan. Oleh karena itu, upaya peningkatan produksi pangan ke depan akan dilakukan dengan mengoptimalkan pemanfaatan lahan subur dan lahan kurang subur atau suboptimal.

Untuk menjawab sebagian dari permasalahan di atas, Buletin Palawija edisi ini memuat pemanfaatan lahan suboptimal berupa : Peningkatan Daya Hasil Kacang Tanah melalui Pemupukan K di Lahan Kering, dan Penggunaan Amelioran Tanah untuk Pengembangan Kacang Hijau di Lahan Salin. Masalah penyediaan benih dan gangguan hama juga banyak dikeluhkan petani dalam bertanam kedelai di lapangan, terkait dengan hal tersebut pada edisi ini Buletin Palawija juga menyajikan bahasan tentang : Rantai Pasok Benih Sumber Varietas Unggul Kedelai, dan Teknik Pengendalian Hama Terpadu pada Tanaman Kedelai. Sementara itu, untuk mendukung penganekaragaman bahan pangan, disajikan Teknik Pengolahan Roti Manis dari Tepung Ubijalar dan Gandum. Di samping itu juga disajikan upaya peningkatan kandungan mikronutrien ubijalar melalui pemuliaan tanaman.

Redaksi berharap apa yang tersaji pada Buletin Palawija edisi ini bermanfaat bagi pihak yang memerlukan. Pada kesempatan ini disampaikan terima kasih kepada para penulis yang telah menyumbangkan pemikirannya, Mitra Bestari dan Tim Redaksi yang telah bekerja keras hingga Buletin Palawija edisi ini dapat terbit.

Redaksi

Buletin Palawija Vol. 15 No. 2: 49–56 (Oktober 2017)

Karakteristik Roti Manis Berbahan Baku Ubi Jalar dan Tepung Gandum Lokal

Characteristics of Sweet Bread Prepared from Sweet Potato and Domestic Wheat Flour

Rahmi Yulifianti[1*], Erliana Ginting[1], dan Amin Nur[2]

[1)]Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi
PO Box 66 Malang; *e-mail: rahmi_stp@yahoo.com
[2)]Balai Penelitian Tanaman Serealia
Jl. Dr. Ratulangi 274 Maros Sulawesi Selatan, Indonesia

Naskah diterima 17 Mei 2017; disetujui untuk diterbitkan 30 Desember 2017

ABSTRAK

Pemanfaatan ubijalar menjadi beragam makanan turut mendukung program diversifikasi pangan lokal sekaligus mengurangi penggunaan terigu. Oleh karena itu, pada penelitian ini dipelajari kualitas roti manis yang diolah dari campuran tepung gandum lokal varietas Dewata dengan pasta ubijalar ungu varietas Antin 2. Percobaan disusun menggunakan rancangan acak lengkap faktorial dengan dua faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama adalah jenis gandum (sosoh dan tidak sosoh) dan faktor kedua perbandingan proporsi tepung gandum dengan pasta ubijalar (100:0, 70:30, 65:35, dan 60:40). Sebagai kontrol digunakan roti manis yang diolah dari 100% tepung terigu impor. Interaksi antara tepung gandum sosoh/tidak sosoh dengan proporsi pasta ubijalar berpengaruh nyata terhadap kekerasan, warna, volume, kadar air, abu, dan lemak roti manis, namun tidak nyata pengaruhnya terhadap rendemen dan kadar protein. Roti manis yang diolah dari tepung gandum tidak disosoh cenderung memiliki tekstur lebih keras, warna lebih kusam, dan kurang mengembang. Tepung gandum lokal yang disosoh dan pasta ubijalar ungu sampai dengan 40% berpeluang dikembangkan sebagai bahan baku pembuatan roti manis yang memiliki sensoris cukup disukai, tekstur lembut/empuk, butir remah yang seragam, serta kadar protein yang lebih tinggi daripada roti manis dari 100% terigu impor. Hal ini menunjukkan prospek penggunaan varietas unggul gandum lokal dan pasta ubijalar ungu dalam pembuatan roti manis.

Kata kunci: gandum lokal, pasta ubijalar, roti manis.

ABSTRACT

The utilization of sweetpotato into a number of food products would support the local food diversification program as well as decrease the use of imported wheat flour. Therefore, the quality of sweet bread prepared from blended domestic wheat flour of Dewata variety and purple-fleshed sweetpotato paste of Antin 2 variety was studied. The trial used a complete factorial randomized design with two factors and three replicates. The first factor was the type of wheat flour (polish and unpolished) and the second factor was the ratio of wheat flour to sweetpotato paste (100: 0, 70:30, 65:35, and 60:40). As a control, sweet bread made from 100% imported wheat flour was used. The interaction between wheat flour type and ratio of sweetpotato paste showed significant effects on the hardness, colour/lightness, volume, moisture, ash, and fat contents of the sweet bread produced, however the yield and protein content were not significant. The bread prepared from the unpolished wheat flour tended to have slightly harder texture, darker colour and smaller volume. The bread prepared from polished wheat flour blended with sweet potato paste up to 40% is promising to be develop to sweet bread raw material, have sensorial attribute fairly liked, have soft texture, uniform grain, and higher protein content than those of sweet bread from 100 % imported flour. This suggests that the use of blended of improved variety of domestic wheat flour and sweet potatoes paste is promising for ingredients of sweet bread.

Keywords: wheat flour, sweet potato paste, sweat bread.

PENDAHULUAN

Gandum (*Triticum aestivum* L.) merupakan salah satu bahan pangan yang kaya akan karbohidrat (70%) dan protein (13%) (Porter 2005). Meskipun makanan pokok sebagian besar masyarakat Indonesia adalah beras, namun peran gandum dalam bentuk tepung terigu sebagai bahan pangan belakangan ini meningkat seiring dengan perubahan pola konsumsi masyarakat. Pemanfaatan tepung terigu sangat bervariatif, mulai dari pengganti nasi dalam bentuk mie basah dan kering serta makanan lain dalam bentuk *cake*, roti, biskuit, jajanan/*snack*s, dan gorengan (Gafar 2010). Hal ini berdampak pada terus meningkatnya kebutuhan gandum sebagai bahan baku terigu yang volume impornya mencapai 8,1 juta ton pada tahun 2015 (Listyiarini 2016).

Gandum merupakan tanaman subtropis yang kurang sesuai jika dibudidayakan di Indonesia yang beriklim tropis. Balai Penelitian Tanaman Serealia (Balitsereal) mengupayakan budidaya gandum yang sesuai untuk iklim tropis baik di dataran tinggi

maupun dataran rendah. Namun, dataran tinggi di Indonesia lebih didominasi oleh tanaman hortikultura, sehingga diperlukan varietas gandum yang adaptif di dataran rendah (<400 m dpl) (Wahyu *et al.* 2013). Balitsereal (2009) melaporkan hasil panen galur harapan gandum di Merauke, Papua (15 m dpl) sebesar 2,37 t/ha. Sementara varietas unggul Dewata, Nias, dan Selayar memiliki potensi hasil masing-masing 1,3 t, 1,6 t, dan 1,9 t/ha pada kondisi dataran rendah dan dapat mencapai 3,34-5,37 t/ha apabila ditanam di dataran tinggi (1100-1700 m dpl) (Balitsereal 2009, Wahyu *et al.* 2013, Lukman dan Puspita 2013). Hal ini mengisyaratkan adanya peluang pengembangan gandum varietas unggul yang dapat dibudidayakan di dataran tinggi maupun dataran rendah.

Roti manis merupakan salah satu produk rerotian (*bakery*) yang biasanya diolah dari tepung terigu berprotein tinggi, yakni 12-13% (*hard wheat*). Hal ini berkaitan dengan kandungan gluten yang berperan penting dalam pengembangan roti saat dipanggang (Astawan 2004). Roti manis cukup disukai di Indonesia dengan tingkat konsumsi 6,4 miliar potong pada tahun 2008 dan pertumbuhan volume penjualan sekitar 15%/tahun (BPS 2008). Hal ini menunjukkan permintaan yang cukup tinggi untuk jenis roti ini sehingga prospektif untuk dikembangkan usahanya.

Seperti pada umumnya komoditas serealia, gandum utuh (*whole grain*) yang telah dihilangkan kulitnya (sekam) terdiri atas *bran* (80-85%), endosperma (12-17%), dan *germ*/lembaga (3%). Bagian *bran* memiliki kandungan serat, vitamin, dan mineral yang tinggi, sementara bagian *germ* kandungan lemak, vitamin, dan fitokimianya tinggi. Kandungan pati dan protein sebagian besar terdapat pada lapisan tengah endosperma (de Munter *et al*. 2007, Astawan dan Leomitro 2009, Astawan dan Febrinda 2010). Penyosohan biji gandum yang memisahkan bagian *bran* dan *aleuron*/kulit ari dari endosperma akan menghasilkan dedak dan bekatul sehingga biji gandum tampak lebih putih dan bersih serta lebih tahan lama disimpan karena lembaga, yakni bagian biji yang mengandung lemak tinggi juga ikut terpisah saat disosoh. Namun biji gandum sosoh berkurang nilai gizinya karena *bran* memiliki kandungan serat pangan tinggi yang dapat mencegah terjadinya sembelit dan penyakit pencernaan lainnya (Astawan dan Leomitro 2009, Sudha *et al*. 2007). Demikian pula *aleuron* yang banyak mengandung Vitamin B_1. Produk gandum utuh (tanpa sosoh) yang banyak dijumpai di pasaran adalah roti tawar dengan warna yang lebih gelap dan tekstur lebih kasar, namun harganya lebih tinggi dibandingkan dengan roti yang diolah dari biji gandum sosoh. Pada penelitian ini, kedua jenis gandum tersebut (sosoh/tidak sosoh) akan digunakan sebagai bahan baku roti manis.

Ubijalar kaya akan nutrisi dan komponen bioaktif, diantaranya betakaroten, antosianin, dan fenol yang bermanfaat bagi kesehatan serta memiliki nilai glisemik indeks (GI) yang relatif rendah sehingga aman dikonsumsi untuk penderita diabetes dan memberi nilai tambah ubijalar sebagai pangan fungsional (Ginting *et al.* 2011, Widowati 2011, Atmaka *et al*. 2013, Djunaidi *et al.* 2014). Sebagai bahan pangan, ubijalar dapat diolah dari umbi segar, tepung, dan patinya (Widowati 2011, Marta dan Tensiska 2013, Ginting *et al*. 2014, Ayu *et al*. 2014). Salah satu hasil olahan dari umbi segar adalah pasta ubijalar (ubi kukus yang dihaluskan) yang dapat dimanfaatkan untuk bahan substitusi 40% terigu impor pada pembuatan mie (Utomo dan Yulifianti 2012, Ginting dan Yulifianti 2015) dan 35% pada produk roti manis (Yulifianti dan Ginting 2013), serta produk *cake* dan *snacks* lainnya (Ayu *et al.* 2014). Penggunaan pasta ubijalar juga lebih menguntungkan karena tahapan pengolahannya lebih ringkas dan rendemennya per kilogram umbi segar juga lebih tinggi (48-69%) dibandingkan dengan tepung ubi jalar (21-30%) (Ginting *et al.* 2011, Ginting dan Yulifianti 2015). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mempelajari karakteristik roti manis yang diolah dari campuran gandum varietas unggul yang disosoh dan tidak disosoh dengan pasta ubijalar pada berbagai tingkat perbandingan. Upaya ini diharapkan dapat mempromosikan pemanfaatan bahan pangan lokal dalam mendukung diversifikasi dan ketahanan pangan nasional.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Teknologi Pangan Balitkabi pada bulan Juli hingga Agustus 2014. Biji gandum varietas Dewata diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Serealia (Balitsereal). Penyosohan sebagian biji gandum dilakukan di Instalasi Laboratorium Pascapanen, Karawang. Ubijalar ungu yang digunakan adalah varietas Antin 2 hasil panen pertanaman di Tumpang, Malang, Jawa Timur. Percobaan disusun menggunakan rancangan acak lengkap faktorial dengan dua faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama adalah jenis gandum (sosoh dan tidak sosoh) dan faktor kedua perbandingan tepung gandum dengan pasta ubijalar (100:0, 70:30, 65:35, dan 60:40). Sebagai kontrol digunakan roti manis yang diolah dari 100% tepung terigu impor. Analisis statistik dilakukan dengan sidik ragam satu arah, dilanjutkan dengan uji BNT taraf 5% bila terdapat perbedaan antarperlakuan.

Pasta ubijalar diperoleh dengan mengukus umbi selama 25-30 menit, dikupas kulitnya lalu dihaluskan dengan gilingan daging manual. Proses pembuatan roti mengacu pada Ginting dan Suprapto (2005), meliputi pencampuran terigu, pasta ubijalar, gula, garam, susu bubuk, telur, margarin, *bread improver*, dan ragi menjadi adonan yang homogen. Selanjutnya difermentasi selama 1 jam pada suhu ruang, kemudian dikempeskan, ditimbang, dan dibentuk bulatan ukuran sedang. Adonan dibiarkan selama 30 menit (*proofing*), lalu dipanggang dalam oven (150 °C, 20 menit).

Pengamatan, meliputi komposisi kimia bahan baku (biji gandum lokal, tepung terigu impor dan pasta ubijalar) serta sifat fisik, kimia, dan sensoris roti manis yang dihasilkan. Analisis kadar air, abu, dan lemak mengikuti prosedur BSN (1992), protein (metode mikro Kjeldahl) sesuai AOAC (2005), tingkat kecerahan (L*) dengan *color reader,* dan kekerasan dengan penetrometer. Tingkat kesukaan terhadap sifat sensoris roti manis diamati dengan uji *Hedonic* dengan melibatkan 20 panelis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Kimia Bahan Baku

Kadar air gandum varietas Dewata cukup rendah yaitu 7,99%, sedangkan tepung terigu impor memiliki kadar air 12,82% (Tabel 1). Perbedaan kadar air ini dapat disebabkan oleh perbedaan varietas, pengemasan dan kondisi penyimpanan. Pasta ubijalar memiliki kadar air cukup tinggi, yakni 77,29%. Kadar air ubijalar ungu segar umumnya berkisar antara 60-65% (Ginting *et al.* 2008) dan meningkat dengan adanya proses pengukusan menjadi pasta. Kadar air pasta ubijalar ini akan turun secara drastis pada proses pemanggangan dan diharapkan dapat memenuhi kadar air maksimum yang disyaratkan oleh SNI untuk roti manis, yakni 40% (BSN 1995).

Kadar abu pasta ubijalar lebih tinggi daripada biji gandum lokal dan terigu impor (Tabel 1). Hal ini berkaitan dengan kandungan mineral yang relatif tinggi pada ubijalar, terutama kalium, natrium, fosfor, dan kalsium (Aina *et al*. 2009, Utomo dan Ginting 2011). Bahan dengan kadar abu tinggi cenderung memberi warna gelap pada produknya (Ginting dan Suprapto 2005). Kadar protein biji gandum varietas Dewata sedikit lebih tinggi dibandingkan terigu impor yakni 14,15% bk, namun keduanya termasuk kelompok *hard wheat* (protein 11-13%), sesuai untuk bahan baku roti yang memerlukan tingkat elastilitas dan pengembangan tinggi (Zhang *et al*. 2007). Sementara kadar protein pasta ubijalar jauh lebih rendah, yakni 1,05% bk.

Tabel 1. Komposisi kimia biji gandum varietas Dewata, terigu impor, dan pasta ubijalar varietas Antin-2

Jenis bahan	Kadar air (%)	Kadar abu (% bk)	Protein (% bk)
Gandum var. Dewata	7,99	1,89	14,15
Terigu impor	12,82	0,65	13,83
Pasta ubijalar var. Antin-2	77,29	4,20	1,05

bk: basis kering

Karakteristik Fisik Roti Manis

Interaksi antara jenis gandum dan proporsi ubijalar pada pembuatan roti manis tidak berpengaruh nyata terhadap rendemen roti dengan kisaran antara 88,29-92,47% (Tabel 2). Nilai ini juga relatif sama dengan rendemen roti manis dari 100% terigu impor (Tabel 2). Namun demikian, rendemen roti manis tampak cenderung meningkat dengan semakin besarnya proporsi pasta ubijalar. Hal ini secara ekonomis lebih menguntungkan karena harga pasta ubijalar relatif lebih rendah daripada tepung terigu.

Tingkat kekerasan roti nyata dipengaruhi oleh jenis gandum dan proporsi pasta ubijalar dengan variasi 2,68-7,56 N (Tabel 2). Semakin tinggi proporsi pasta ubijalar maka semakin rendah tingkat kekerasan roti atau semakin lunak/empuk. Pasta ubijalar yang telah mengalami gelatinisasi dan memiliki konsistensi gel lunak turut berperan dalam memberikan tekstur lunak/empuk pada roti manis meskipun proporsi terigunya dikurangi (Yulifianti dan Ginting 2013). Penggunaan tepung gandum yang tidak disosoh menyebabkan roti manis memiliki tingkat kekerasan lebih tinggi karena kandungan seratnya lebih tinggi (Astawan dan Leomitro 2009) sehingga menyebabkan tekstur roti menjadi lebih keras. Roti manis dari 100% terigu impor memiliki tingkat kekerasan sedikit lebih tinggi (7,65 N) jika dibandingkan dengan roti manis dari 100% tepung gandum sosoh dan tidak disosoh yang nilainya masing-masing 7,14 N dan 7,56 N.

Tingkat kecerahan warna tertinggi tampak pada roti manis yang dibuat dari 100% tepung gandum sosoh dan terendah pada roti manis dari campuran tepung gandum tanpa sosoh dan pasta ubijalar 40% (Tabel 2). Penggunaan tepung gandum yang tidak disosoh (berwarna gelap) dengan peningkatan proporsi pasta ubijalar nyata menurunkan tingkat kecerahan roti manis. Selain pigmen warna ungu (antosianin), kandungan abu yang relatif tinggi pada pasta ubijalar berperan dalam memberikan warna lebih gelap pada roti manis yang dihasilkan. Tingkat

Tabel 2. Karakteristik fisik roti manis yang diolah dari tepung gandum lokal dan pasta ubijalar ungu

Perlakuan		Rendemen (%)	Kekerasan (N)	Tingkat kecerahan (L*)	Pengembangan volume roti (%)
Gandum sosoh	0% Ubijalar	92,47 a	7,14 a	74,20a	331,92a
	30% Ubijalar	89,01 a	3,70 d	59,10 c	260,24 bc
	35% Ubijalar	88,29 a8	2,68 c	58,11 cd	226,01 d
	40% Ubijalar	9,90 a	2,29 d	57,23 d	206,12 de
Gandum tidak disosoh	0% Ubijalar	92,42 a	7,56 a	68,32 b	276,85 b
	30% Ubijalar	90,81 a	5,14 b	54,57 e	233,08 cd
	35% Ubijalar	90,40 a	4,33 c	50,07 f	209,58 de
	40% Ubijalar	89,61 a	4,13 c	46,33 g	191,59 e
BNT 5%		tn	0,69	1,40	33,33
KK (%)		1,33	8,39	1,34	7,75
Terigu 100% (terigu impor)		92,57	7,65	81,83	130,31

Angka sekolom yang diikuti huruf sama, tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf 5%; L* = Lightness/tingkat kecerahan

kecerahan warna roti manis dari tepung gandum sosoh 100% (74,20) tampak lebih rendah dibandingkan roti manis dari 100% terigu impor (81,83) (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa tepung gandum lokal memiliki warna lebih gelap dibandingkan dengan terigu impor sehingga berpengaruh terhadap kenampakan roti. Penggunaan pasta ubijalar dalam hal ini selain mengurangi penggunaan terigu juga sekaligus menutupi warna gelap tepung gandum tersebut dengan warna ungu umbi. Selain faktor bahan baku, warna roti juga dipengaruhi oleh terjadinya proses pencoklatan akibat karamelisasi gula dan reaksi Maillard (reaksi antara protein dengan gula) pada saat pemanggangan roti (Ginting dan Suprapto 2005).

Pengembangan volume roti berbeda nyata antarperlakuan, semakin tinggi proporsi pasta ubijalar semakin rendah pengembangan volume roti (Tabel 2). Hal ini disebabkan oleh semakin rendahnya kadar protein/gluten dalam adonan roti, sehingga berkurang sifat viskoelastisnya pada saat pembuatan adonan dan kemampuannya dalam menahan gas CO_2 hasil fermentasi yang mengembang pada saat pemanggangan (Ginting dan Suprapto 2005). Roti manis yang diolah dari gandum sosoh memiliki volume pengembangan yang lebih tinggi dibandingkan dengan gandum tidak sosoh karena kandungan seratnya lebih rendah sehingga kemampuan jaringan gluten dalam memerangkap udara meningkat dan pengembangan roti dapat lebih maksimal (Hardoko *et al*. 2010)

Karakteristik Kimia Roti Manis

Interaksi antara jenis gandum dengan proporsi penggunaan pasta ubijalar berbeda nyata pada kadar air, abu, dan lemak, namun tidak berbeda nyata terhadap kadar protein roti manis (Tabel 3). Perbedaan kadar air roti manis yang berkisar antara 23,37-32,71% berkaitan dengan penggunaan pasta ubijalar yang kadar airnya cukup tinggi (Tabel 1). Kadar air roti dari semua perlakuan tersebut telah memenuhi persyaratan untuk standar mutu roti manis, yaitu maksimum 40% (BSN 1995).

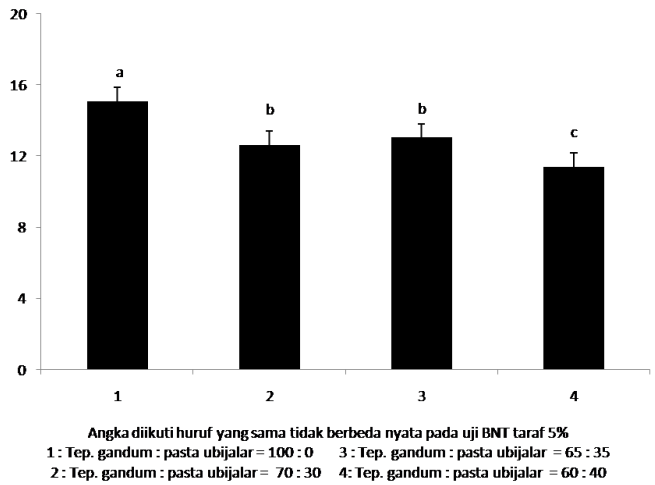
Kadar abu roti manis berbeda nyata antarperlakuan dengan kisaran yang relatif sempit yaitu 1,40-1,90% bk (Tabel 3). Semakin tinggi proporsi pasta ubijalar, semakin tinggi pula kadar abu roti manis. Kadar abu roti manis ini masih memenuhi persyaratan standar mutu, yakni maksimum 3% bb (BSN 1995) atau 4,2% bk pada tingkat kadar air roti 30%. Hasil penelitian ini relatif sama dengan kadar abu roti manis yang diolah dari pasta kimpul pada penelitian Yulifianti dan Ginting (2013) yang berkisar antara 1,05-1,49% bk dengan proporsi pasta kimpul 25-40%. Kadar abu yang tinggi cenderung memberi warna lebih gelap pada produk roti manis (Ginting dan Suprapto 2005). Kadar abu yang cukup rendah tampak pada roti yang diolah dari terigu impor 100% (Tabel 3) dan sesuai dengan tingkat kecerahan warnanya (L*) yang relatif tinggi (Tabel 2).

Kadar lemak roti berbeda nyata dengan kisaran 5,59-9,30% bk (Tabel 3), namun perbedaan ini lebih disebabkan oleh jenis tepung gandum yang digunakan. Roti manis yang dibuat dari gandum yang tidak disosoh memiliki kandungan lemak lebih tinggi, karena bijinya masih memiliki embrio (lembaga) yang kandungan lemaknya tinggi. Fenomena yang sama juga tampak pada roti dari 100% terigu impor (disosoh) yang kadar lemaknya lebih rendah dari-

Tabel 3. Karakteristik kimia roti manis yang diolah dari tepung gandum lokal dan pasta ubijalar ungu

Perlakuan		Kadar air (%)	Kadar abu (% bk)	Kadar lemak (% bk)	Kadar protein (% bk)
Gandum sosoh	0% Ubijalar	26,21 c	1,40 e	5,89 d	14,96 a
	30% Ubijalar	31,86 a	1,66 d	5,59 d	13,09 a
	35% Ubijalar	32,00 a	1,71 cd	5,51d	12,61 a
	40% Ubijalar	32,71 a	1,90 a	6,92 c	11,64 a
Gandum tidak sosoh	0% Ubijalar	23,37 d	1,68 cd	8,02 b	15,24 a
	30% Ubijalar	25,59 c	1,73 c	8,24 b	13,00 a
	35% Ubijalar	30,11 b	1,82 b	8,57 b	12,66 a
	40% Ubijalar	30,20 b	1,88 a	9,30 a	11,14 a
BNT 5%		1,05	0,06	0,62	tn
KK (%)		2,03	2,23	4,83	1,71
Terigu 100% (terigu impor)		24,49	1,15	8,81	11,68

Angka sekolom yang diikuti huruf sama, tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf 5%; bk: basis kering



Gambar 1. Kadar protein roti manis dari campuran tepung gandum lokal dengan pasta ubijalar ungu

pada roti dari tepung gandum lokal yang disosoh (Tabel 2). Namun kadar lemak semua roti manis lebih tinggi dari persyaratan SNI (BSN 1995), yakni 3% bb atau 4,2% bk pada kadar air 30%. Untuk itu, penggunaan susu bubuk *full cream* sebagai bahan tambahan dapat dikurangi jumlahnya atau diganti dengan susu skim (Ginting dan Suprapto 2005).

Sementara, interaksi jenis gandum dan proporsi tidak nyata pengaruhnya terhadap kadar protein roti manis. Namun peningkatan proporsi ubijalar nyata menurunkan kadar protein roti manis (Gambar 1) karena berkurangnya kadar protein adonan roti yang berasal dari tepung gandum. Roti manis yang dibuat dari campuran tepung gandum sosoh/tidak sosoh dengan pasta tepung ubijalar sampai 40%, memiliki kadar protein yang sama, bahkan lebih tinggi dibandingkan dengan roti manis dari 100% tepung terigu impor (Tabel 3).

Sifat Sensoris Roti Manis

Warna/tingkat kecerahan roti manis dari 100% tepung gandum sosoh dan tidak sosoh cukup disukai panelis, demikian pula dengan roti manis dari 100% terigu impor. Namun, roti manis dari campuran tepung gandum sosoh dan tidak sosoh dengan penggunaan 30-40% pasta ubijalar agak disukai (Tabel 4). Pasta ubijalar ungu menyebabkan warna roti menjadi sedikit lebih gelap (Tabel 2), sementara panelis sudah terbiasa dengan roti manis yang memiliki warna lebih cerah. Aroma roti manis dari campuran tepung gandum sosoh dengan pasta ubijalar 30-40% dan tepung gandum tanpa sosoh dengan campuran pasta ubijalar 40% (Tabel 4) cukup disukai oleh panelis. Sedangkan aroma roti manis dari tepung gandum yang tidak disosoh 100% maupun dengan campuran 30-35% pasta ubijalar kurang disukai. Hal ini dapat disebabkan karena masih terdeteksinya aroma apak (aroma dedak) yang

Tabel 4. Sifat sensoris roti manis yang diolah dari tepung gandum dan pasta ubijalar ungu

Jenis bahan baku roti manis	Kesukaan terhadap			Total skor	Tekstur	Butir remah
	Warna/kenampakan	Aroma	Rasa			
100% Gandum sosoh	4,0	3,5	3,1	10,6	3,0	3,7
30% Ubijalar	3,1	3,6	3,9	10,6	4,2	3,6
35% Ubijalar	3,3	3,5	4,2	11,0	4,1	3,8
40% Ubijalar	3,1	3,8	4,0	10,9	4,2	3,6
100% Gandum tidak sosoh	4,0	3,3	3,1	10,4	2,9	3,3
30% Ubijalar	3,4	3,4	3,6	10,4	3,3	3,3
35% Ubijalar	3,4	3,4	3,9	10,7	3,8	3,0
40% Ubijalar	2,9	4,0	4,0	10,9	4,2	2,8
100% Terigu impor	3,9	3,6	3,1	10,6	3,1	3,8

Keterangan:
Skor penilaian untuk kriteria warna, aroma dan rasa:
1 = sangat tidak suka ; 2 = tidak suka ; 3 = agak suka; 4 = suka ; 5 = sangat suka
Skor penilaian untuk kriteria tekstur:
1 = sangat keras; 2 = keras; 3 = agak keras; 4 = lembut; 5 = sangat lembut
Skor penilaian untuk kriteria butir remah:
1 = sangat tidak seragam; 2 = tidak seragam; 3 = agak seragam; 4 = seragam; 5 = sangat seragam

berasal dari *bran* dan *aleuron* yang masih terdapat pada tepung gandum yang tidak disosoh.

Rasa roti manis dari tepung gandum yang tidak disosoh juga cenderung kurang disukai karena biji gandum tidak disosoh masih memiliki *aleureon* dan *germ*/lembaga yang kadar seratnya tinggi menyebabkan rasa getir dan tekstur kasar di lidah (Astawan dan Leomitro 2009). Tekstur roti manis yang diolah dengan campuran pasta ubijalar 30-40% relatif lebih lembut/empuk dibandingkan dengan roti yang dibuat dari 100% tepung gandum sosoh dan tidak sosoh serta 100% terigu impor (Tabel 4). Penggunaan pasta ubijalar yang memiliki konsistensi gel lunak menyebabkan tekstur roti menjadi lebih lembut/empuk. Tepung gandum sosoh menyebabkan butir remah roti manis menjadi lebih seragam dibandingkan dengan roti dari tepung gandum yang tidak disosoh. Kandungan serat yang masih tinggi pada gandum tidak disosoh menghalangi elastisitas gluten untuk mengembang menjadikan butir remah kurang seragam.

Secara keseluruhan, roti manis yang diolah dari tepung gandum sosoh dengan campuran pasta ubijalar sampai dengan 40% cukup disukai dan memiliki tekstur lebih lembut/empuk dan butir remah yang seragam, prospektif dikembangkan untuk bahan baku roti manis. Sedangkan roti manis dari tepung gandum tidak disosoh dan campuran pasta ubijalar sampai dengan 40% juga cukup disukai, namun butir remahnya masih kurang seragam, sehingga prospektif dikembangkan untuk bahan baku roti tawar.

KESIMPULAN

Penggunaan campuran tepung gandum lokal yang disosoh dan pasta ubijalar ungu sampai dengan 40% berpeluang dikembangkan sebagai bahan baku pembuatan roti manis yang memiliki kualitas tidak kalah dengan 100% terigu impor. Hal ini tampak dari sifat sensoris roti manisnya yang cukup disukai, memiliki tekstur lembut/empuk, butir remah yang seragam, serta kadar proteinnya yang lebih tinggi daripada roti manis dari 100% terigu impor. Kadar air dan abu roti manis tersebut telah memenuhi persyaratan SNI (1995).

DAFTAR PUSTAKA

Aina AJ, Falade KO, Akingbala JO, Titus P. 2009. Physicochemical properties of twenty-one Carribean sweet potato cultivars. International Journal of Food Science + Technology 44(9):1696-1704.

Astawan M dan Leomitro A. 2009. Khasiat Whole Grain, Makanan Kaya Serat Untuk Hidup Sehat. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 42 hlm.

Astawan M dan Febrinda AE. 2010. Potensi dedak dan bekatul beras sebagai ingredient pangan dan produk pangan fungsional. Pangan 19(1): 14-21.

Atmaka W, Sigit B, dan Monris C. 2013. Pengaruh berbagai konsentrasi sorbitol terhadap karakteristik sensoris, kimia, dan kapasitas antioksidan getuk ubijalar ungu (*Ipomea batatas*) selama penyimpanan. Jurnal Teknosains Pangan 2(3): 43-50.

Ayu K, Rachmawanti DA, dan Sigit BA. 2014. Kajian sifat sensoris dan fungsional cake ubijalar ungu (*Ipomea batatas* L.) dengan berbagai variasi bahan baku. Jurnal Teknosains Pangan 3(1):124-134.

Balitsereal. 2009. Kemajuan pemuliaan gandum tropis. http://www.deptan.go.id. (Diakses 1 April 2016).

BPS. 2008. Susenas: Tren Konsumsi Roti. http://www.bps.go.id/hasil_publikasi/Susenas _buku1.../files/.html.(Diakses 1 April 2016).

BSN. 1995. Standar Nasional Indonesia untuk roti (SNI 01-3840-1995). Dewan Standarisasi Nasional. Jakarta. 7 hlm.

de Munter JSL, Hu FB, Spiegelman D, Franz M, van Dam RM. 2007. Whole grain, bran, and germ intake and risk of type 2 diabetes: A prospective cohort study and systematic review. PLoS Med4(8): e261. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0040261.

Djunaidi CS, Affandi DR, dan Praseptiangga D. 2014. Efek hipoglikemik tepung komposit (ubijalar ungu, jagung kuning, dan kacang tunggak) pada tikus diabetes induksi streptozotocin. Jurnal Gizi Klinik Indonesia 10(3):119-126.

Gafar S. 2009. Diversifikasi pangan berbasis tepung: Belajar dari pengelolaan kebijakan terigu. Jurnal Pangan, 18 (4):32-44.

Ginting E dan Suprapto. 2005. Pemanfaatan pati ubi jalar sebagai subtitusi terigu pada pembuatan roti manis. Hlm 86-97. Dalam:Munarso J, Prabawati S, Abubakar, Setyadjit, Risfaheri, Kusnandar F, Suaib F (eds.). Prosiding Seminar Nasional Inovatif Pascapanen Untuk Pengembangan Industri Berbasis Pertanian. Buku 1: Proses Dan Pengolahan Hasil, Bogor, 7-8 Sep 2005.

Ginting E, Jusuf M dan Rahayuningsih StA. 2008. Sifat fisik, kimia dan sensoris delapan klon ubijalar kuning/orange kaya beta karoten. Hlm 392-405. Dalam: Saleh N, Rahmianna AA, Pardono, Samanhudi, Anam C, dan Yulianto (eds). Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Kacang-kacangan dan Umbi-umbian: Prospek Pengembangan Agro Industri Berbasis Kacang-kacangan dan Umbi-umbian.

Ginting E, Utomo JS, Yulifianti R, dan Jusuf M. 2011. Potensi ubijalar ungu sebagai pangan fungsional. Iptek Tanaman Pangan 6(1):116-138.

Ginting E, Yulifianti R, dan Jusuf M. 2014. Ubijalar sebagai bahan diversifikasi pangan lokal. Pangan 23(2): 194-207.

Ginting E dan Yulifianti R. 2015. Characteristics of noodle prepared from orange fleshed sweet potato and domestic wheat flour. Procedia Food Science, 3 (2015): 289-302.

Hardoko , Hendarto L, Siregar TM. 2010. Pemanfaatan ubijalar ungu (Ipomea batatas L. Poir) sebagai pengganti sebagian terigu dan sumber antioksidan pada roti tawar. J. Teknol. dan Industri Pangan XXI (1):25-32.

Listriyarini T. 2016. Naik ke peringkat dua dunia, impor gandum RI capai 8,1 juta ton. http://www.beritasatu.com/ekonomi/337466-naik-ke-peringkat-dua-dunia-impor-gandum-ri-capai-81-juta-ton.html. (Diakses12 April 2017).

Lukman MB dan Puspita AAD. 2013. Analisis daya saing dan strategi pengembangan agribisnis gandum lokal di Indonesia. Jurnal Agribisnis Indonesia, 1 (1):9-26.

Marta H dan Tensiska. 2013. Pembuatan berbagai produk ubijalar dalam upaya diversifikasi pangan dan peningkatan gizi masyarakat di Desa Sekarwangi dan Desa Cilangkap Kecamatan Buahdua Kabupaten Sumedang. Dharmakarya: Jurnal Aplikasi Ipteks untuk Masyarakat 2(2):85-92.

Porter JR. 2005. Rising temperatures are likely to reduce crop yields. Nature 436:174.

Sudha ML, Vetrimani R, and Leelavathy K. 2007. Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. Food Chemistry 100(4):1365-1370.

Utomo JS dan Ginting E. 2011. Komposisi kimia ubijalar. Hlm 271-301. Dalam: Hermanto dan Wargiono J (eds). Ubijalar Inovasi Teknologi dan Prospek Pengembangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Badan Litbang Pertanian. Jakarta.

Utomo JS dan Yulifianti R. 2012. Karakteristik mie berbahan baku terigu lokal dan ubijalar ungu. Hlm 768-775. Dalam: Widjono A, Hermanto, Nugrahaeni N, Rahmianna AA, Suharsono, Rozi F, Ginting E, Taufiq A, Harsono A, Prayogo Y, dan Yusnawan E (eds). Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi Tahun 2011. "Inovasi Teknologi dan Kajian Ekonomi Komoditas Aneka Kacang dan Umbi Mendukung Empat Sukses Kementrian Pertanian". Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.

Wahyu Y, Samosir AP, dan Budiarti SG. 2013. Adaptabilitas genotipe gandum introduksi di dataran rendah. Bul. Agrohorti, 1(1): 1-6.

Widowati S. 2011. Diversifikasi konsumsi pangan berbasis ubijalar. Pangan 20 (1):49-61.

Yulifianti R dan Ginting E. 2013. Pemanfaatan ubijalar sebagai substitusi terigu pada pembuatan roti manis. Hlm 428-430. Prosiding Seminar Nasional PATPI

2013, "Peran Teknologi dan Industri Pangan untuk Percepatan Tercapainya Kedaulatan Pangan Indonesia", Jember, 26-29 Agustus 2013.

Zhang P, He Z, Chen D, Zhang Y, Larroque OR, Xia X. 2007. Contribution of common wheat protein fractions to dough properties and quality of northern-style Chinese steamed bread. Journal of Cereal Science 46(1): 1-10.

Peningkatan Daya Hasil Galur Mutan Kacang Tanah Melalui Pemupukan Kalsium di Lahan Kering Pulau Lombok

The Increasing Of Yield Potential of Peanut Mutant Line by Application of Calcium Fertilizer on Dry Land in Lombok Island

A. Farid Hemon*, Hanafi Abdurrachman, Sumarjan

Prodi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mataram
Jl. Majapahit No. 62 Mataram NTB 83125 *E-mail: faridhemon_1963@yahoo.com

Naskah diterima 31 Agustus 2017; disetujui untuk diterbitkan 28 Desember 2017

ABSTRAK

Cekaman kekeringan merupakan faktor pembatas utama usahatani kacang tanah di lahan kering. Upaya untuk mengatasi pengaruh cekaman kekeringan pada usahatani kacang tanah adalah penggunaan kultivar toleran kekeringan dan pemupukan kalsium. Tujuan penenlitian adalah untuk mengetahui pengaruh pupuk kalsium terhadap daya hasil galur mutan kacang tanah di lahan kering. Percobaan diawali dengan percobaan di rumah kaca menggunakan rancangan acak lengkap. Percobaan di lapangan dilakukan di lahan kering petani menggunakan rancangan acak kelompok. Percobaan di rumah kaca menguji pengaruh sumber kalsium dan dosis kalsium terhadap pertumbuhan tanaman. Percobaan di lapangan menguji pengaruh penggunaan gipsum pada galur mutan kacang tanah (G300-II dan G 200-I) dan varietas Singa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian kalsium dari gipsum dengan dosis 300 kg/ha meningkatkan bobot polong kering galur G200-I, yaitu 1751,5 g/6 m^2 atau 2,92 t/ha di lahan kering. Pemberian kalsium dari gipsum meningkatkan kadar Ca jaringan tanaman.

Kata kunci: galur mutan, kacang tanah, cekaman kekeringan, gipsum

ABSTRACT

Drought stress is one of major problems to peanut cultivation in dry land. Effort to reduce the effect of drought stress is using drought tolerant cultivar and application of calcium fertilizer. Objective of the experiment was to study effect of calsium fertilizer application to yield potential of peanut mutant line in dry land. The first experiment was conducted in the green house using completely randomize design. The second experiment was conducted in dry land using randomize complete block design. The green house experiment to test effect of calcium source and dose of calsium to the growth of peanut line. The field experiment to test the effect of gypsum to the growth of peanut mutant line (G300-II and G 200-I, and Singa cultivar). Result showed that application of calcium from gypsum at dose of 300 kg per hectar increased dry pod weight until 1751.5 g/6 m^2 or 2.92 t/ha. Application of calcium from Gypsum fertilizer increased calcium content in the plant tissue.

Keywords: peanut, mutant line, drought stress, gypsum

PENDAHULUAN

Budidaya kacang tanah di lahan kering dan sawah tadah hujan di Indonesia dilakukan pada akhir musim hujan atau awal musim kemarau. Kondisi seperti ini sering menimbulkan masalah pada usahatani kacang tanah, terutama masalah cekaman kekeringan akibat menurunnya ketersediaan air tanah. Masalah tersebut mempengaruhi produktivitas kacang tanah di lahan kering.

Cekaman kekeringan mempengaruhi pertumbuhan tanaman, terutama pada kenampakan morfologi dan perkembangan tanaman, perkembangan sel, fisiologi dan biokimia (Yoshiba *et al.* 1997). Pada keadaan kekurangan air, luas daun lebih sempit dibanding kondisi optimum. Cekaman air menyebabkan pengurangan biomassa daun dan polong kering kacang tanah (Collino *et al.* 2000), dan penurunan bobot kering polong akibat terhambatnya inisiasi dan pemanjangan ginofor (Chapman *et al.* 1993).

Salah satu upaya untuk mengatasi pengaruh cekaman kekeringan pada usahatani kacang tanah adalah penggunaan kultivar toleran kekeringan. Hemon dan Sumarjan (2012) mendapatkan beberapa galur mutan generasi M5 kacang tanah hasil induksi mutasi dengan sinar gamma yang toleran terhadap cekaman kekeringan. Galur-galur kacang tanah yang toleran terhadap cekaman kekeringan akan berproduksi secara maksimal sesuai dengan potensi genetiknya ketika teknologi produksi diterapkan secara maksimal.

Salah satu masalah serius pada penanaman kacang tanah di lahan kering pulau Lombok adalah rendahnya kadar kalsium. Hasil analisis awal menunjukkan bahwa kadar kalsium tanah di lahan kering Lombok 0,16%, dan dikategorikan sangat rendah (Pathak 2010). Kadar kalsium yang rendah menghambat pembentukan polong (Jain *et al.* 2011). Kalsium dijumpai pada setiap sel tanaman sebagai kalsium pektat pada dinding sel daun dan batang, sehingga kalsium akan memperkuat bagian-

bagian ini. Tanaman yang kekurangan kalsium tumbuh kerdil karena sel-sel yang baru berukuran kecil dan jumlahnya sedikit, perkembangan akar terhambat, dan mempunyai batang lemah karena dinding-dinding selnya tipis. Kalsium relatif tidak mobil di dalam tanaman, oleh karena itu tidak ditranslokasikan dari bagian-bagian tua ke bagian yang lebih muda (Simon 1978; White and Broadley 2003; Narsih 2010).

Tingkat kecukupan kalsium tanah (Ca^{2+}) merupakan hal yang krusial untuk perkembangan reproduksi kacang tanah (Jain *et al.* 2011). Kekurangan kalsium menghambat pembentukan polong, perkecambahan, dan menurunkan vigor benih. Kalsium juga mempengaruhi ukuran biji kacang tanah (Florence 2011).

Pemberian kalsium pada tanah meningkatkan pembentukan bintil tanaman. Konsentrasi kalsium melebihi 2μM sangat diperlukan untuk pertumbuhan optimum Rhizobium dalam media nutrien (Balatti *et al.* 1991). Konsentrasi relatif Ca 10 mM sangat diperlukan untuk memaksimalkan penetrasi *Rhizobium meliloti* pada akar tanaman alfalfa (Howieson *et al.* 1993). Kalsium merupakan regulator dalam proses pembentukan bintil akar. Proses pembentukan bintil akar meningkat pada level kalsium tertentu dalam sel rambut akar (Felle *et al.* 1998).

Tujuan penelitian adalah untuk meningkatkan daya hasil galur mutan kacang tanah di lahan kering melalui pemupukan kalsium.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Mataram, dan di lahan kering di Desa Amor-Amor, Kecamatan Kayangan, Kabupaten Lombok Utara (116° 1' 31,99" - 116° 29' 35,76" BT dan 8° 12' 37,44" - 8° 28' 49,58" LS). Di lokasi tersebut, curah hujan tahunan rata-rata 1.200 mm, terdistribusi antara bulan Desember/Januari sampai April/Mei, suhu dan kelembaban udara rata-rata masing-masing 31°C dan 84%. Benih yang digunakan adalah generasi M5 mutan kacang tanah dan varietas Singa sebagai kontrol.

Percobaan Rumah Kaca

Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap dua faktor, diulang tiga kali. Faktor ke-1 adalah sumber kalsium (tanpa kapur, kalsit ($CaCO_3$), gipsum ($CaSO_4.2H_2O$), dan kapur mati ($Ca(OH)_2$). Faktor ke-2 adalah dosis kalsium (250 kg, 300 kg, 350 kg, dan 400 kg per hektar).

Parameter yang diamati yaitu panjang akar dan bobot bintil akar kering, diamati pada 60 hari setelah tanam (HST), tinggi tanaman, jumlah daun, bobot kering tanaman tanpa akar, bobot kering polong, dan kadar Ca total jaringan daun pada umur 90 HST.

Tanah yang digunakan diambil dari lahan kering bekas tanaman kacang tanah. Benih kacang tanah ditanam dalam pot yang berisi 10 kg tanah. Tiap pot berisi tiga biji, dan dijarangkan menjadi dua tanaman. Tanah juga sebelumnya dianalisis untuk mengetahui kandungan unsur N, Ca, dan pH tanah.

Percobaan Lapang

Percobaan lapangan menggunakan rancangan acak kelompok, tiga ulangan. Perlakuan yang diuji adalah dua galur mutan yang berdaya hasil tinggi (G300-II dan G 200-I), serta varietas Singa. Sumber kalsium yang digunakan adalah gipsum dosis 300 kg per hektar.

Lahan percobaan diolah sekali, diratakan dan kemudian dibuat plot berkuran 3 m x 2 m. Gipsum diberikan dua minggu sebelum tanam dengan cara dicampur rata dengan tanah pada plot percobaan. Tanah selanjutnya diberi air agar gipsum dapat larut pada tanah.

Penanaman dilakukan dengan cara ditugal dengan kedalaman sekitar 3 cm, jarak tanam 40 cm x 20 cm, 2 biji/lubang. Sebelum benih ditanam, setiap lubang tugal diberi insektisida Carbofuran 0,5 g per lubang tanam. Penyiangan dilakukan pada umur tanaman 30 HST dan 60 HST, dan diikuti dengan pendangiran agar tanah menjadi gembur. Pemupukan dilakukan sehari sebelum tanam dengan disebar di atas petak percobaan. Pupuk dasar yang digunakan adalah 75 kg TSP dan 50 kg KCl per hektar. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan dengan penyemprotan insektisida Curacron 500 EC dan fungisida Dithane M-45. Pengairan dilakukan dengan pompa, yang dilakukan sehari setelah penanaman, pada umur 30 HST, 50 HST, dan 70 HST.

Parameter yang diamati adalah tinggi tanaman dan jumlah cabang umur 90 HST, jumlah polong per tanaman, bobot polong segar per plot, bobot polong kering per plot, dan kadar kalsium jaringan daun saat panen (umur 90 HST).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Sumber dan Dosis Kalsium terhadap Bintil Akar dan Pertumbuhan Tanaman

Kadar kalsium tanah sebelum aplikasi kalsium adalah 0,16%. Pemberian kalsium tidak ber-

pengaruh nyata terhadap pertumbuhan bintil akar dan panjang akar umur 60 HST (Tabel 1). Hasil ini tidak sejalan dengan percobaan Syed-Omar *et al.* (1990), yang menunjukkan bahwa penambahan Ca dalam bentuk gipsum meningkatkan nodulasi kacang tanah. Pemberian kalsium cenderung memberikan bobot kering tanaman lebih baik dibanding tanpa kalsium. Kadar Ca total jaringan daun tanaman lebih tinggi dibanding tanaman tanpa aplikasi Ca (Tabel 2).

Sumber kalsium dari gipsum cenderung menghasilkan bintil akar dan pertumbuhan tanaman kacang tanah yang lebih baik dibanding sumber kalsium yang lain (Tabel 1 dan Tabel 2).

Pemberian gipsum dosis 300 kg/ha cenderung menghasilkan pertumbuhan kacang tanah lebih baik. Jumlah kalsium yang optimal akan mempengaruhi pertumbuhan kacang tanah. Kekurangan Kalsium (Ca) merupakan masalah serius pada penanaman kacang tanah di lahan kering. Ketersediaan kalsium yang optimal akan mempengaruhi ketersediaan unsur hara esensial lainnya. Tanaman yang kekurangan kalsium tumbuh kerdil karena sel-sel yang baru kecil-kecil dan jumlahnya sedikit, perkembangan akar terhambat dan mempunyai batang lemah, karena dinding-dinding selnya tipis, tidak setebal dinding sel normal. Kalsium relatif tidak mobil di dalam tanaman, oleh karena itu tidak ditranslokasikan dari bagian-bagian tua ke bagian yang lebih muda (Simon 1978; White and Broadley 2003; Narsih 2010).

Pengaruh Gipsum terhadap Pertumbuhan dan Daya Hasil Tanaman

Pemberian gipsum berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang dan bobot polong basah atau polong kering galur mutan kacang tanah (Tabel 4). Tinggi tanaman dan jumlah cabang galur mutan G200-I dan G300-II cenderung lebih tinggi pada pemberian gipsum dibanding tanpa gipsum. Kalsium menyebabkan tanaman menjadi lebih tinggi. Hasil penelitian Gu *et al.* (2015) menunjukkan bahwa aplikasi pupuk kalsium pada kondisi cekaman kekeringan dapat merangsang pertumbuhan kacang tanah, meningkatkan kadar klorofil, kecepatan fotosintesis daun, meningkatkan vitalitas akar, serta meningkatkan jumlah polong dan hasil biji per tanaman. Pada pengamatan parameter hasil tanaman terutama jumlah polong, galur mutan kacang tanah yang diuji tidak memberikan respons terhadap pemupukan kalsium. Hal ini menunjukkan bahwa faktor genetik tanaman dan faktor lingkungan yang lain lebih kuat pengaruhnya dibanding pemupukan kalsium, namun bobot polong segar dan polong kering galur mutan G200-I dan G300-II yang diberi kalsium menghasilkan polong yang lebih berat dibanding dengan tanpa pemupukan kalsium.

Tabel 1. Pertumbuhan bintil akar dan panjang akar kacang tanah umur 60 HST

Sumber Kalsium	Panjang akar (cm)	Bobot bintil akar kering (g)
$CaCO_3$	50,5	0,053
$CaSO_4.2H_2O$	48,8	0,068
$Ca(OH)_2$	45,3	0,047
Tanpa Ca	42,1	0,055

Unsur Ca^{2+} adalah regulator yang sangat penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Harper *et al.* 2004; Hetherington and Browlee 2004). Ada beberapa kerusakan yang ditimbulkan oleh kekurangan ion Ca^{2+}, yaitu pertumbuhan akar menjadi terhambat, daun mengalami nekrosis dan keriting. Defisiensi unsur Ca juga menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi lemah, titik tumbuh menjadi terhambat, dan bahkan daun mengalami kerontokan (Simon 1978; White and Broadley 2003). Kalsium mempengaruhi perkembangan polong dan biji kacang tanah. Hasil penelitian Pathak (2010) menunjukkan bahwa aplikasi gipsum meningkatkan keberhasilan pembuahan sperma dan ovum, sehingga bakal biji (*ovule*) akan berkembang dengan sempurna. Oleh karena itu, galur mutan yang tidak dipupuk dengan gipsum menghasilkan bobot polong yang lebih rendah dibanding dengan yang diberi gipsum.

Tabel 2. Pertumbuhan tanaman kacang tanah umur 90 HST dan kadar Ca daun

Sumber Kalsium	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun	Bobot kering tanaman (g)	Kadar Ca-total daun (%)
$CaCO_3$	33,3	32,0	8,11	0,58 a
$CaSO_4.2H_2O$	32,7	32,0	8,90	0,59 a
$Ca(OH)_2$	32,0	32,7	8,19	0,56 a
Tanpa Ca	30,5	26,0	7,01	0,43 b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasar uji Duncan 5%.

Tabel 3. Pertumbuhan tanaman kacang tanah umur 90 HST pada berbagai dosis gipsum

Dosis gipsum (kg/ha)	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun	Bobot kering tanaman tanpa akar (g)	Bobot kering polong (g)
250	55,3 b	82,0 b	17,1b	12,4 c
300	62,7 a	102,0 a	29,0 a	21,3 a
350	62,0 a	92,7 ab	28,3 a	17,2 b
400	60,5 ab	96,0 ab	26,2 a	18,3 b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata berdasar uji Duncan 5%

Tabel 4. Pengaruh pemberian gipsum terhadap pertumbuhan dan hasil kacang tanah di lahan kering

Genotip	Dosis gipsum (kg/ha) 300	0
	Tinggi tanaman (cm)	
Singa	83,9 aA	81,5 aA
G200-I	73,6 bA	71,3 bA
G300-II	81,3 aA	79,1 aA
	Jumlah cabang	
Singa	11,3 bA	10,1 bA
G200-I	16,9 aA	14,7 aB
G300-II	17,3 aA	10,0 bB
	Jumlah polong per tanaman	
Singa	16,8	15,7
G200-I	15,1	16,8
G300-II	16,7	17,1
	Bobot polong segar per plot (g)	
Singa	2941,0 bA	2579,8 bB
G200-I	3632,3 aA	3020,9 aB
G300-II	3859,9 aA	3299,7 aB
	Bobot polong kering per plot (g)	
Singa	1151,7 bA	996,0 bA
G200-I	1751,5 aA	1585,8 aB
G300-II	1670,8 aA	1610,5 aA

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama atau huruf kapital pada baris yang sama pada peubah yang sama berarti tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%.

Pada Tabel 5 terlihat bahwa pemberian kalsium meningkatkan kadar kalsium jaringan daun tanaman kacang tanah. Kalsium dijumpai pada tiap-tiap sel tanaman, dan kebanyakan unsur ini dijumpai dalam tanaman sebagai kalsium pektat pada dinding sel-sel daun dan batang, sehingga kalsium akan memperkuat bagian-bagian ini. Kadar kalsium pada jaringan tersebut berfungsi mengatur struktur membran sel, menjaga stabilitas membran dan integritas sel, mengatur selektivitas serapan ion, mengatur permeabilitas membran dan mencegah

Tabel 5. Kadar kalsium (%) jaringan daun kacang tanah yang ditanam di lahan kering

Genotip	Kadar Ca (%)	
	Gipsum 300 kg/ha	Tanpa gipsum
Singa	2,01 a	1,52 b
G200-I	2,92 a	0,98 b
G300-II	2,34 a	2,19 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%.

kebocoran larutan dalam sel (White and Broadley 2003). Kadar kalsium yang meningkat dalam tubuh tanaman akan meningkatkan pertumbuhan dan daya hasil galur mutan kacang tanah.

KESIMPULAN

Pemberian gipsum dosis 300 kg/ha meningkatkan hasil polong kering galur G200-I menjadi 2,92 t/ha. Pemberian gipsum meningkatkan kadar Ca jaringan tanaman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terlaksana atas biaya dari Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi RI melalui dana Penelitian Desentralisasi Unram Tahun 2016.

DAFTAR PUSTAKA

Balatti PA, Krishnan HB, Pueppke SG. 1991. Calcium regulates growth of Rhizobium fredii and its ability to nodule soybean CV. Peking. Can. J. Microbiol. 37: 542–548.

Chapman SC, Ludlow MM, Blamey FPC, Fisher KS. 1993. Effect of drought at pod filling on utilization of water and growth of cultivars of groundnut. Fild Crop Res. 32: 243-255.

Felle HH, Kondorosi E, Kondorosi A, Schultze M. 1998. The role of ion fluxes in Nod factor signalling in Medicago sativa. Plant J. 13: 455–463.

Florence RJ. 2011. Fertilization of Peanut (Arachis hypogaea L.) with Calcium: Influence of Source, Rate, and Leaching on Yield and Seed Quality. A thesis for the Degree of Master of Science Auburn, Alabama.

Gu XH, Sun LQ, Gao B, Sun QZ, Liu C, Zhang JL, Li XD. 2015. Effects of calcium fertilizer application on peanut growth, physiological characteristics, yield and quality under drought stress. [Article in Chinese] https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26571662. *(Diakses 10 Mei 2017)*.

Harper JF, Breton G, Harmon A. 2004. *Decoding Ca2+ signals through plant protein kinases.* Annu. Rev. Plant Biol. 55*: 263–288*.

Hemon AF, Sumarjan. 2012. Seleksi dan uji adaptasi galur hasil induksi mutasi dengan iradiasi sinar gamma pada penanaman di lahan sawah dan tegalan untuk mendapatkan kultivar kacang tanah toleran cekaman kekeringan dan berdaya hasil tinggi. Penelitian Hibah Bersaing tahun 2012. Universitas Mataram.

Hetherington, Browlee. 2004. *Calcium-dependent protein kinase in pea hoot membrane.* FEBS Lett. 145*: 67–71*.

Howieson JG, Robson AD, Ewing MA. 1993. External phosphate and calcium concentrations and pH but not the products of rhizobial nodulation genes, affect the attachment of Rhizobium Appalameliloti to roots of annual medics. Soil Biol. Biochem. 25: 567–573

Jain M, Pathak BP, Harmon AC, Tillman BL, Gallo M. 2011. Calcium dependent protein kinase (CDPK) expression during fruit development in cultivated peanut (Arachis hypogaea) under Ca^2z -sufficient and -deficient growth regimens. J Plant Physiol 168(18): 2272-7.

Narsih. 2010. Kalsium. http://nasih.wordpress.com/2010/11/01/kalsium. (Diakses tanggal 11 April 2013).

Pathak BP. 2010. Effect of Calcium on Peanut (Arachis hypogaea L.) Pod and Seed Development Under Field Conditions. A Thesis of Graduste School of The University of Florida.

Simon EW. 1978. *Symptoms of calcium deficiency in plants.* New Phytol. 80: 1–*15*.

Syed-Omar SR, Shamsuddin ZH, Zuraidah JY, Wynne JC, Elkan GH. 1990. Use of lime, gypsum and their combinations to improve nodulation and yield of groundnut in an acidic soil. p. 275–280. In R.J. Wright *et al.* (ed.) Plant-Soil Interaction at Low pH. Proc. of the second Inter. Symposium, Beckley, WV. 24–29 June 1990. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.

White PJ, Broadley MR. 2003. *Calcium in plants.* Ann. Bot. (Lond.) 92: 487–*511*.

Yoshiba Y, Kiyosue T, Nakashima K, Yamaguchi-Shinozaki K, Shinozaki K. 1997. Regulation of level of proline as an osmolyte in plants under water stress. Plant Cell Physiol. 38: 1095–1102.

Buletin Palawija Vol. 15 No. 2: 62–68 (Oktober 2017)

Rantai Pasok Benih Sumber Varietas Unggul Baru Kedelai

Supply Chain of seed source of New soybean Superior Varieties

Bambang S. Koentjoro*, dan Fachrur Rozi

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi
Jl. Raya Kendalpayak km 8 PO BOX 66, Malang 65101
*email: bskuncoro@gmail.com

Naskah diterima 4 September 2017; disetujui untuk diterbitkan tanggal 5 Desember 2017

ABSTRAK

Rantai pasok benih sumber varietas unggul kedelai yang kurang optimal merupakan salah satu kendala dalam mencapai swasembada kedelai nasional. Tujuan penelitian adalah mengkaji rantai pasok Unit Pengelola Benih Sumber (UPBS) Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi), ditinjau dari aspek produksi dan distribusinya. Penelitian dilakukan menggunakan metode analisis diskriptif kualitatif, menggunakan data sekunder Balitkabi, Direktorat Tanaman Pangan, Badan Pusat Statistik, dan penjaringan informasi melalui kegiatan FGD perbenihan bertempat di Dinas Pertanian Provinsi Jawa Timur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari aspek produksi, benih sumber UPBS Balitkabi sebesar 6,05 ton sudah mencukupi untuk program PAT (perluasan areal tanam) 1,7 juta ha. Dari aspek distribusi, sampai saat ini rantai pasok varietas unggul kedelai yang dilakukan pengelola benih sumber masih sebatas pada rantai ke-1 dan ke-2, yaitu suplier (UPBS Balitkabi dan BPSB) dan distributor (Direktorat Perbenihan), sementara untuk rantai retail (produsen benih) dan *customer* (petani), UPBS Balitkabi tidak dapat memantau sebab peran tersebut lebih tepat dilakukan oleh BPTP, dan BBI. Perbaikan rantai pasok benih sumber untuk menjadi benih sebar perlu adanya pengawalan sampai rantai paling bawah (petani), sehingga tidak digunakan di luar sasaran, seperti untuk konsumsi.

Kata kunci: benih sumber, kedelai, rantai pasok

ABSTRACT

Supply chain of soybean seeds of superior varieties that have not been optimal yet is one of the obstacles in achieving self-sufficiency of national soybean. The purpose of this research is to evaluate supply chain of Source Seed Production Unit (SSPU) of Indonesian Legumes and Tuber Crops Institute (ILETRI) in the aspect of production and distribution. The research was conducted by qualitative descriptive analysis method, using secondary data of ILETRI, Directorate of Food Crops, Central Bureau of Statistics , and information collected from FGD activity of soybean seed at Agricultural Service of East Java Province. The results showed that 6.05 tons of soybean seed produced by Iletri's SRMU is sufficient to supply seed for the area of 1.7 million hectares of PAT (development of new planting area) program. The current supply chain of soybean seed conducted by the source seed manager is still limited to the 1st and 2nd chains of suppliers (SSPU of ILETRI and Agriculture Seed Monitoring and Certification Institute) and the distributor (Directorate of Agriculture Seed Affair). SSPU from ILETRI could not monitore seeds from retail chains (seed producer) and customers (farmers) because it should be done by Assesment Institute of Agriculture Technology and BBI (Seed Production Center). Improvement of the supply chain of seed sources up to the extention seeds need to be guarded untill the lowest chains (farmers), so it is not used outside the target, as consumption for example.

Keywords: source seed, soybean, supply chain

PENDAHULUAN

Konsumsi kedelai masyarakat Indonesia meningkat setiap tahun karena bertambahnya populasi penduduk, peningkatan pendapatan per kapita, kesadaran masyarakat akan gizi makanan, meningkatnya konsumsi masyarakat terhadap tahu dan tempe, serta untuk pasokan industri kecap (Mursidah 2005). Kebutuhan konsumsi kedelai yang jauh melebihi produksi dalam negeri, menyebabkan sebagian besar dipenuhi dari impor. Produksi kedelai di Indonesia tahun 2015 sebesar 963.183 ton, sedangkan kebutuhan kedelai nasional sebesar 2,2 juta ton, dan kekurangan sebesar 1,5 juta ton dipenuhi dari kedelai impor (BPS 2016).

Ketersediaan kedelai di Indonesia yang kurang stabil diantaranya disebabkan oleh penurunan luas area panen yang tidak diimbangi dengan peningkatan produktivitas (Malian 2004). Disamping itu, keuntungan usahatani kedelai yang lebih rendah dibandingkan komoditas lain, seperti padi dan jagung, menurunkan minat petani menanam kedelai dan beralih ke usahatani tanaman lain yang kompetitif (Sumarno dan Muchlish Adie 2010). Untuk mengatasi permasalahan tersebut di atas, salah satunya adalah melakukan Program Perluasan Areal Tanam (PAT) kedelai Nasional.

Keberhasilan program PAT dalam upaya meningkatkan produksi kedelai perlu didukung oleh

ketersediaan benih sumber bermutu. Untuk itu, Unit Pengelola Benih Sumber (UPBS) Balitkabi setiap tahun memproduksi benih sumber dan benih dasar untuk memenuhi permintaan dari internal Balai, BBI, BPP, BPSB, BPTP, Dinas Pertanian, Perguruan Tinggi, dan Petani, yang selanjutnya benih tersebut dapat diperbanyak menjadi kelas benih di bawahnya.

Alur proses dari benih sumber hingga menjadi benih sebar yang siap ditanam petani cukup panjang dan belum optimal, melibatkan berbagai lembaga yang mempunyai tugas dan kewenangan berbeda-beda. Oleh karena itu, perlu dilihat sebagai suatu rantai pasok. Hal ini sejalan dengan yang dikemukakan Djokopranoto (2002) bahwa rantai pasok adalah suatu sistem dari suatu organisasi produksi untuk menyalurkan barang produksi dan jasanya kepada para pelanggan.

Rantai pasok di dalam dunia bisnis telah menjadi konsep yang penting, yaitu melalui proses distribusi (Chopra 2003). Distribusi merupakan suatu proses pemindahan dan penyimpanan, mulai dari pemasok hingga pengguna akhir dalam rantai pasok. Kunci keberhasilan dalam menjalankan bisnis proses terdapat pada distribusi yang optimal, karena secara langsung akan berdampak pada biaya dan kepuasan pelanggan. Demikian juga halnya dengan benih yang merupakan materi hidup, apabila tidak ditangani dengan baik akan berdampak pada turunnya kualitas. Sebagai produsen benih, UPBS memberikan jaminan dengan daya berkecambah >80% dan didistribusikan untuk memenuhi permintaan dari BPSB, Dinas Pertanian, BBI, dan BPTP dengan memenuhi enam tepat, yaitu tepat jumlah, varietas, waktu, tempat, mutu, dan harga.

Sejalan dengan upaya mencapai swasembada kedelai nasional, penggunaan benih bermutu sangat penting sebab merupakan awal dari kunci sukses budidaya kedelai. Benih yang baik dan bermutu tinggi dapat memberi jaminan keragaan tanaman dan hasil panen yang tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji rantai pasok benih sumber varietas unggul kedelai ditinjau dari aspek produksi dan distribusinya.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan data sekunder, yang diperoleh dari UPBS (Unit Pengelola Benih Sumber) Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi), Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, BPS, dan studi literatur. Analisis data menggunakan analisis diskriptif kualitatif. Data yang dikumpulkan meliputi data produksi dan distribusi benih sumber (dari UPBS Balitkabi), data luas tanam kedelai (Direktorat Tanaman Pangan), data luas panen, produksi, dan produktivitas (Badan Pusat Statistik 2017). Analisis data meliputi : (1) kebutuhan benih sumber untuk mendukung program Perluasan Areal Tanam (PAT), (2) alur benih sumber UPBS, dan (3) rantai pasok (*supply chain*). Selain itu, dilakukan penjaringan informasi oleh peneliti Balitkabi pada kegiatan FGD (*Focus Discussion Group*) perbenihan bertempat di Dinas Pertanian Provinsi Jawa Timur, yang dihadiri oleh: UPT BTPH Provinsi Jawa Timur, Balitkabi, BPTP Jawa Timur, Balai Benih Induk (BBI) Palawija, PT Shang Hyang Seri Jawa Timur, PT Pertani Jawa Timur, HPPB Jawa Timur, serta produsen benih kedelai dari Nganjuk dan Mojokerto.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Alur Benih Sumber UPBS Balitkabi

Benih inti (NS) dan benih sumber (BS) diproduksi oleh UPBS Balitkabi. Benih BS selanjutnya didistribusikan ke produsen benih sebagai bahan perbanyakan untuk memproduksi benih dasar (FS). Benih dasar (FS) digunakan untuk memproduksi benih pokok (SS), dan selanjutnya benih SS digunakan untuk memproduksi benih sebar (BR), dan kemudian BR didistribusikan ke petani sebagai benih tanaman produksi (Harnowo *et al.* 2015) (Tabel 1).

UPBS Balitkabi memproduksi kelas benih BS dan BD, dan telah terdistribusi ke hampir seluruh provinsi di Indonesia. UPBS Balitkabi pada tahun 2012-2016 memproduksi benih BS rata-rata 11.720,72 kg per tahun, sedangkan rata-rata produksi benih BD sebesar 24.614,3 kg per tahun. Produksi terendah benih BS kedelai UPBS Balitkabi tahun 2015 sebesar 9.182,6 kg, sedangkan produksi tertinggi tahun 2013 sebesar 15.367 kg (Tabel 2). Tinggi-rendahnya produksi benih tersebut tergantung dari alokasi

Tabel 1. Alur produksi benih sumber kedelai

Alur produksi benih sumber	Kelas benih	Produsen
NS→BS	BS	Balitkabi/BPSB
BS→FS (BD)	FS	Balitkabi, BPTP, BBI, penangkar
FS→SS (BP)	SS	BPTP, BBI, BBU, BUMN, swasta, penangkar
SS→ES (BR)	ES	Semua produsen benih (BUMN, swasta, penangkar)
BR→Petani		Petani (sebagai pengguna benih)

Keterangan: BS (*breeder seed*); FS (*Foundation seed*) / BD (Benih Dasar); SS (*Stock seed*) / BP (Benih pokok), ES (*extension seed*) / BR (Benih Sebar).

anggaran yang tersedia untuk memproduksi benih BS maupun FS.

Pendistribusian benih BS secara formal didistribusikan ke Balai Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura (BPTPH) di seluruh wilayah Indonesia dengan tembusan informasi ke Direktorat Perbenihan atau langsung dari Balitkabi (pelaksana pemuliaan) ke BBI tingkat propinsi. Benih FS/BD didistribusikan oleh Diperta Provinsi atau Balai Benih Provinsi kepada Balai Benih, produsen benih di tingkat kabupaten. Distribusi benih SS/BP dilakukan oleh Balai Benih di tingkat kabupaten atau penangkar benih profesional ke perusahaan benih swasta atau penangkar benih. Selanjutnya, benih ES/BR di-distribusikan oleh BUMN/swasta/penangkar ke petani melalui kios penyedia sarana produksi (Gambar 2).

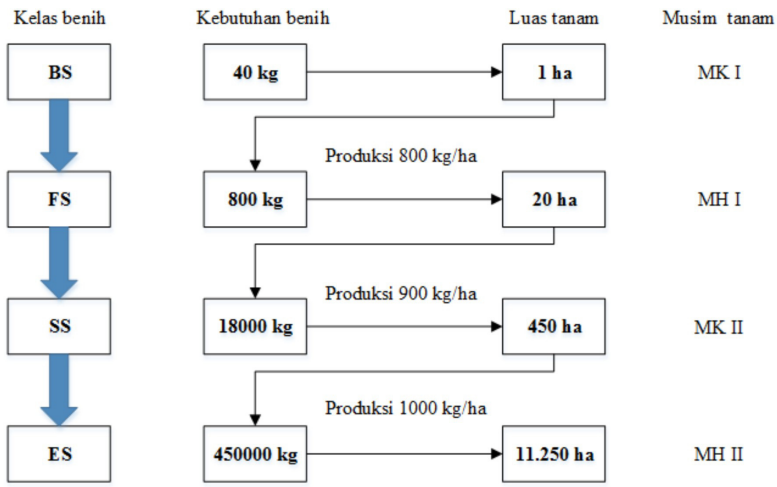
Rantai Pasok (*Supply Chain*)

Rantai pasok adalah suatu konsep atau mekanisme untuk meningkatkan produktivitas total perusahaan dalam rantai suplai melalui optimalisasi waktu, lokasi dan aliran kuantitas bahan (Anwar 1990). Menurut Djokopranoto (2002), rantai pasokan adalah suatu sistem dari suatu organisasi produksi untuk menyalurkan barang produksi dan jasanya kepada para pelanggan. Rantai pasok menurut Hervani *et al.* 2005 adalah koordinasi dan penyampaian produk kepada pengguna akhir atau pelanggan. Rantai pasok meliputi aktivitas *deliveri product* dari bahan baku sampai produk jadi dan dikirim ke konsumen (Elrod *et al.* 2013). Kegiatan rantai pasok mencakup pengadaan sumber bahan baku, produksi, penyimpanan, pengelolaan pemesanan, distribusi ke pengguna akhir dan sistem informasi yang digunakan untuk memantau semua aktivitas (Lummus and Vokurka 1999). Rantai ini juga merupakan jaringan dari berbagai organisasi yang saling berhubungan untuk tujuan yang sama dalam menyelenggarakan pengadaan atau penyaluran barang tersebut.

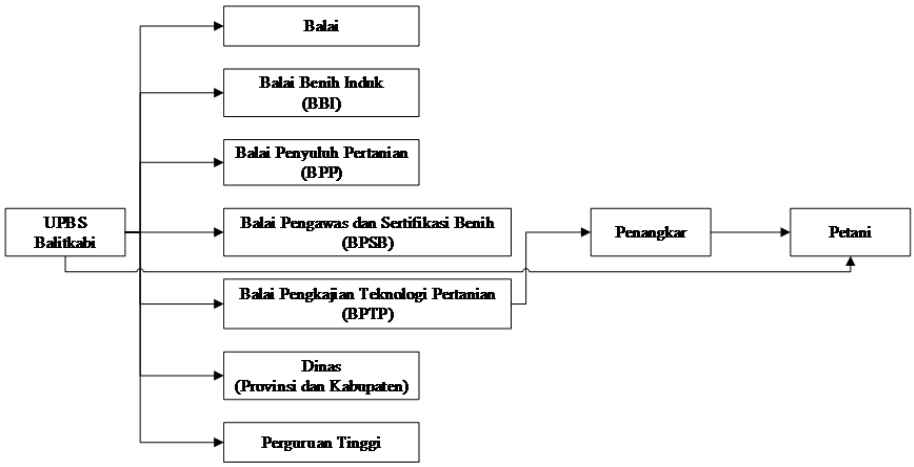
Menurut Christhopher (1998), ada beberapa pemain utama yang memiliki kepentingan dalam manajemen *supply chain*, yaitu : 1. *Suppliers*, 2. *Manufacturers*, 3. *Distribution*, 4. *Retail Outlets*, dan 5. *Customer*.

Pengelolaan rantai pasok merupakan seluruh bagian yang terkait langsung maupun tidak langsung untuk memenuhi permintaan konsumen (Chopra and Meindl 2015). Guna mencapai keunggulan kompetitif, pertimbangan strategis dari pengelolaan rantai pasok perlu diperhatikan. Pola kemitraan merupakan indikator dalam penerapan pengelolaan rantai pasok yang memberikan kemudahan dan manfaat baik bagi konsumen maupun pemasok. Menurut Muis dan Wahyudi (2011) terdapat tiga hal yang perlu diperhatikan dalam pengelolaan rantai pasok yaitu: (1) tujuan dari pengelolaan rantai pasok, yaitu untuk melakukan efektifitas dan efisiensi mulai dari *suppliers, manufacturers, warehouse* dan *stores*; (2) pengelolaan rantai pasok mempunyai dampak terhadap pengendalian biaya; dan (3) pengelolaan rantai pasok mempunyai peranan penting dalam meningkatkan kualitas pelayanan perusahaan kepada konsumen.

Dalam rantai pasok, Simatupang and Wright (2002) menyusun taksonomi koordinasi yang terdiri atas empat modus yang berbeda, yaitu sinkronisasi logistik, berbagi informasi, keselarasan insentif, dan pembelajaran kolektif. Koordinasi sinkronisasi logistik bertanggung jawab untuk memastikan keselarasan



Gambar 1. Alur produksi benih kedelai (Berdasarkan surat edaran Direktorat Jenderal Tanaman Pangan No. I.PD.400.271 tanggal 29 Nopember 2000).



Gambar 2. Rantai pasok benih kedelai.

Tabel 2. Analisis SWOT produksi benih sumber di UPBS Balitkabi

Pengaruh Internal	
Kekuatan (*Strengthen*)	Kelemahan (*Weakness*)
VUB kedelai banyak dan beragam	Menurunnya areal tanam kedelai
Kualitas dan kuantitas benih terjamin	Koordinasi yang lemah antarkelembagaan perbenihan kedelai
Mendapatkan sertifikat SMM ISO 9001:2015	Mutu sifat fisik kedelai cepat turun
SDM perbenihan kompeten	Keuntungan produksi benih kedelai relatif kecil
Tersedia sapras benih	
Dukungan APBN untuk perbenihan kedelai	
Pengaruh eksternal	
Peluang (*Opportunity*)	Ancaman (*Threat*)
Tahun perbenihan kedelai 2018	Belum terjaminya harga kedelai
Permintaan sumber benih kedelai yang tinggi untuk program swasembada kedelai tahun 2020	Adanya kompetitor (pesaing) tanaman kedelai
	Benih pasaran (kualitas seadanya)
Dukungan pemerintah sebagai program prioritas	Sangat bergantung pada kondisi agroklimat (Jabalsim)
Kemudahan memproduksi benih kedelai (ditetapkan Permentan No 02 /Permentan/SR.120/1/2014)	Harga benih sumber yang relatif mahal (ukuran petani) (ditetapkan PP No. 35 Tahun 2016)

antara kegiatan proses logistik dalam mengirimkan produk dan layanan untuk memenuhi kebutuhan dan keinginan pelanggan. Koordinasi berbagi informasi berusaha untuk mewujudkan koherensi informasi, dengan syarat para pelaku saling bekerja sama satu sama lain dan mematuhi aturan penyebaran informasi. Keselarasan insentif berupaya memberikan berbagai mekanisme untuk mendistribusikan manfaat dan risiko yang terkait dengan fungsi logistik untuk memotivasi pelaku independen mencapai profitabilitas rantai pasok. Koordinasi pembelajaran kolektif berkaitan dengan bagaimana mengatasi permasalahan perpaduan lintas batas dari inisiasi dan difusi pengetahuan.

Sampai saat ini, rantai pasok varietas unggul kedelai yang dilakukan pengelola benih sumber masih sebatas pada rantai ke-1 dan ke-2, yaitu *suplier* (UPBS Balitkabi dan BPSB) dan distributor (Direktorat Perbenihan). Sedangkan untuk rantai *retail* (penangkar) dan *customer* (petani), UPBS Balitkabi belum dapat memantau secara langsung rantai pasok varietas unggul sampai ke petani, hingga saat ini lebih banyak mengandalkan informasi dari BPTP dan BBI.

SWOT Rantai Pasok Benih Sumber Varietas Unggul Kedelai

Keberlangsungan *business process* benih sumber varietas unggul kedelai di Balitkabi dapat terjaga karena kegiatan tersebut didukung anggaran dari pemerintah melalui DIPA. Sampai saat ini, realisasi produksi benih sumber setiap tahunnya selalu melebihi target. Berdasarkan analisis SWOT (Tabel 2), keberhasilan UPBS Balitkabi dalam memproduksi

dan mendistribusikan benih sumber karena faktor kekuatan internal dan pengaruh eksternal lebih besar pengaruhnya dibandingkan faktor kelemahan internal dan eksternal.

Pengembangan rantai pasok benih sumber varietas unggul baru (VUB) kedelai dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Pengaruh kedua faktor tersebut dapat dijabarkan dalam potensi dan permasalahan. Potensi dalam pengembangan rantai pasok benih sumber didukung oleh dua faktor yaitu kekuatan dari sumberdaya yang dimiliki dan peluang yang akan diraih. Sedangkan permasalahan dalam pengembangan rantai pasok benih sumber ditimbulkan oleh dua faktor, yaitu kelemahan yang dipunyai oleh sumberdaya dan adanya ancaman dari luar terhadap pengembangan tersebut.

Faktor kekuatan yang mendukung adalah banyaknya benih sumber VUB kedelai yang tersedia dengan kualitas dan kuantitas yang terjamin karena UPBS Balitkabi telah mendapatkan sertifikat SMM ISO 9001:2015. Disamping itu, tersedia SDM perbenihan yang kompeten dan mumpuni, didukung ketersediaan sarana dan prasarana benih, serta dukungan anggaran perbenihan kedelai dari APBN. Oleh karena itu, UPBS Balitkabi cukup mudah menjaga kontinuitas dalam memproduksi benih kedelai.

Faktor peluang yang terbuka lebar dan berpeluang akan diraih dalam pengembangan rantai pasok benih sumber adalah dicanangkannya tahun 2018 sebagai tahun perbenihan, sehingga permintaan benih sumber akan meningkat untuk program swasembada kedelai di tahun 2020. Adanya program tersebut menyebabkan adanya dukungan penuh dari pemerintah untuk menjadikan produksi benih sebagai program prioritas dalam setiap pengangaran dan pelaksanaan. Selain itu, kebijakan pemerintah melalui Permentan No. 02/Permentan/SR.120/I/2014 turut mendukung kemudahan dalam memproduksi benih kedelai dibanding komoditas lain.

Permasalahan utama atau kelemahan dalam pengembangan rantai pasok benih sumber adalah menurunnya areal tanam kedelai karena turunnya minat petani menanam kedelai akibat tidak kondusifnya harga kedelai. Masalah lainnya adalah sifat dasar benih kedelai yang mempunyai mutu fisik cepat turun (terutama daya tumbuh) akan mempengaruhi pengembangan rantai pasok, dan keuntungan produksi benih kedelai yang relatif kecil menyebabkan penangkar tidak tertarik untuk menggelutinya.

Timbulnya ancaman dari luar juga mempengaruhi rantai pasokan sumber benih antara lain adanya kompetitor (pesaing) tanaman kedelai di lahan sehingga berpengaruh kepada tidak terjaminnya harga kedelai. Artinya, harga hasil dari tanaman pesaing, seperti jagung, lebih tinggi sehingga lebih menarik untuk diusahakan dibandingkan kedelai. Sementara ini petani kedelai belum '*minded*' menggunakan benih berlabel yang mempunyai mutu baik, dan pada umumnya menggunakan benih kedelai asalan (pasaran) dengan kualitas seadanya dan tentunya harganya lebih murah. Harga benih sumber sesuai PP No. 35 tahun 2016 relatif mahal untuk ukuran petani. Aspek lainnya adalah kelangsungan ketersediaan benih sumber sangat dipengaruhi oleh kondisi agroklimat (jabalsim).

Kebutuhan Benih Sumber

Produksi kedelai dalam negeri masih berpeluang besar dapat ditingkatkan melalui peningkatan produktivitas maupun perluasan areal tanam/panen. Rata-rata produktivitas nasional selama 2011-2015 sebesar 1,4 t/ha, sedangkan hasil penelitian dapat mencapai 2,0 t/ha.

Upaya untuk meningkatkan produksi kedelai guna mencapai swasembada dapat dilakukan melalui peningkatan produktivitas dan perluasan areal. Produktivitas kedelai di tingkat petani antara 0,6 t/ha hingga 2,3 t/ha dengan rata-rata nasional 1,43 t/ha, produktivitas ini masih jauh dari potensi hasil kedelai yang mencapai 2,5 t/ha. Untuk memenuhi peningkatan produksi, produktivitas nasional perlu di tingkatkan menjadi 1,5 t/ha. Produksi kedelai secara langsung berkorelasi positif dengan luas areal dan produktivitas yang dicapai, semakin luas pertanaman atau semakin tinggi produktivitas, semakin tinggi produksi kedelai. Tabel 3 menunjukkan bahwa luas areal tanam kedelai masih di bawah jagung. Rancangan pencapaian peningkatan produksi kedelai pada tahun 2017 adalah perluasan areal tanam mencapai 1,7 juta hektar dengan tingkat produktivitas minimal 1,65 t/ha (Dirjentan 2014).

Tabel 3. Luas tanam komoditas palawija di Indonesia tahun 2014

No.	Komoditas	Luas area tanam (ha)
1.	Jagung	3.705,889
2.	Kedelai	532,818
3.	Kacang Tanah	321,609
4.	Kacang hijau	178,159
5.	Ubikayu	788,859
6.	Ubijalar	112,353
7.	Sorgum	166
8.	Gandum	15
9.	Talas	204

Sumber: Direktorat Tanaman Pangan, 2014 (data diolah)

Tabel 4. Laju pertumbuhan luas panen, produksi, dan produktivitas kedelai di Indonesia tahun 2011-2015

Tahun	Luas panen (ha)	Produksi (ton)	Produktivitas (ku/ha)
2011	622.254	851.286	13,68
2012	567.624	843.153	14,85
2013	550.793	779.992	14,16
2014	615.685	954.997	15,51
2015	614.095	963.183	15,68
Laju (%/th)			
2011-2013	-3,98%	-2,87%	1,16%
2014-2015	-0,13%	0,43%	0,55%

Sumber: data diolah dari Badan Pusat Statistik (2016).

Tabel 5. Distribusi benih sumber (BS) kedelai tahun 2012-2016

Tahun	Jumlah varietas	Jumlah benih (kg)	Propinsi
2012	13	9.565,5	30
2013	15	15.367,0	27
2014	16	13.429,0	32
2015	16	9.182,6	31
2016	15	11.059,5	29
Kebutuhan Swasembada		6.045,0	

Sumber: UPBS Balitkabi Malang (2017).

Pada periode tahun 2011-2015, produksi kedelai mengalami penurunan 3% pada tahun 2013 dibanding tahun 2012 (Tabel 4). Penurunan produksi tersebut karena turunnya luas panen sebesar 7% dan produktivitas sebesar 5%. Namun pada tahun 2014-2015, produksi kedelai meningkat sebesar 12%/tahun karena meningkatnya luas panen sebesar 22%/tahun, dan produktivitas sebesar 10%/tahun. Pada tahun 2015, produksi kedelai mencapai 963.183 ton yang berasal dari luas panen 614.095 ha dan produktivitas 1,56 t/ha (BPS 2016).

Untuk memenuhi kebutuhan kedelai nasional sebesar 2,2 juta ton, paling tidak diperlukan tambahan lahan seluas 1,7 juta ha dan membutuhkan benih sebar sebanyak 68.006.250 kg (68.000 ton). Benih sebar tersebut secara berjenjang dapat dipenuhi dari benih BS sebesar 6.045 kg (6,05 ton). Jika dihitung dari kebutuhan benih sumber dan jumlah benih yang sudah diproduksi UPBS Balitkabi, jumlah benih tersebut sudah mencukupi (Tabel 5 dan Tabel 6).

Untuk dapat memenuhi kebutuhan benih sumber BS, akselerasi produksi benih di kebun-kebun percobaan Balitkabi perlu lebih intensif. Selain itu

Tabel 6. Distribusi benih dasar (FS) kedelai tahun 2012-2016

Tahun	Jumlah varietas	Jumlah benih (kg)	Propinsi
2012	9	13.437,75	21
2013	10	11.927,50	27
2014	9	26.916,75	32
2015	13	52.009,50	31
2016	12	18.780,00	29

Sumber: UPBS Balitkabi Malang (2017).

juga diperlukan partisipasi aktif BPTP dan pembinaan kerjasama dengan BBTPH dan petani penangkar di sentra produksi palawija dalam bentuk pembinaan penangkar untuk mengembangkan benih sumber kelas FS hingga SS. Dengan adanya kerjasama dan pembinaan dengan BBTPH dan petani penangkar benih, diharapkan produksi benih sumber meningkat dan pengembangan varietas unggul baru dapat berhasil.

Dengan melihat produksi dan distribusi benih VUB setiap tahun (Tabel 5) dan dibandingkan dengan kebutuhan untuk swasembada, maka sudah tercukupi dan tersedia. Permasalahan riil di lapang yang terjadi adalah ketiadaan/kelangkaan benih VUB, yang berarti adanya masalah distribusi benih, yaitu sinkronisasi logistik yang belum jalan. Koordinasi antarlembaga pelaku perbenihan belum menerapkan azas-azas SC (*suplay chain*), yaitu efektifitas dan efisiensi dari pelaku perbenihan.

KESIMPULAN

Dari aspek kapasitas produksi benih, rantai pasok Balitkabi mampu mencukupi kebutuhan benih sumber kedelai sebesar 6,05 ton untuk mendukung swasembada kedelai nasional melalui program PAT seluas 1,7 juta ha. Dari aspek distribusi, rantai pasok benih sumber untuk sampai menjadi benih sebar perlu adanya pengawalan sampai rantai paling bawah (petani), untuk menjamin benih tidak digunakan diluar sasaran (konsumsi).

SARAN

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang *suplay chain* perbenihan kedelai mulai dari hulu sampai hilir, penguatan penangkar benih kedelai perlu dilakukan dengan menumbuhkan penangkar baru, perlu adanya skema insentif bagi petani dan penangkar, dan menumbuhkan minat petani muda.

DAFTAR PUSTAKA

Anwar SN. 1990. Manajemen Rantai Pasokan (Supply Chain Management)/ : Konsep Dan Hakikat, 92–98.

Badan Pusat Statistik. 2017. Luas Panen, Produktivitas dan Produksi Tanaman Pangan Menurut Provinsi (Dinamis). from https://www.bps.go.id/Subjek/view/id/53#subjekViewTab3%7Caccordion-daftar-subjek1 (Diakses 5 Mei 2017)

Chopra S. 2003. Designing the distribution network in a supply chain. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review 39(2): 123–140.

Chopra S, Meindl P. 2015. Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation. Das summa summarum des management. pp 265-275

Christhopher M. 1998. Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation. New Jersey: Prentice-Hall.

Dirjentan. 2014. Percepatan Pencapaian Swasembada Kedelai tahun 2015-2017.

Djokopranoto R. 2002. Konsep Manajemen Supply Chain. PT. Grasindo Jakarta.

Elrod C, Susan Murray P, Bande S. 2013. A Review of Performance Metrics for Supply Chain Management. Engineering Management Journal 25(3): 39–50.

Harnowo D, Marwoto, Muchlish Adie, Sundari T, Nugrahaeni N. 2015. Prinsip-prinsip Produksi Benih Kedelai. Jakarta: IAARD Press.

Hervani AA, Helms MM, Sarkis J. 2005. Performance measurement for green supply chain management. Benchmarking: An International Journal 12(4): 330-353.

Lummus RR, Vokurka RJ. 1999. Industrial Management & Data Systems Emerald Article/ : Defining supply chain management/ : a historical perspective and practical guidelines.

Malian AH. 2004. Kebijakan Perdagangan Internasional Komoditas Pertanian di Indonesia. Analisis Kebijakan Perdagangan. Bogor: Pusat Analisis Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian.

Muis A, Wahyudi A. 2011. Analisis Manajemen Rantai Pasok Benih Jambu Mete (Studi Kasus Di Kabupaten Flores Timur), Buletin RISTRI 2(2): 239–250.

Mursidah. 2005. Perkembangan Produksi Kedelai Nasional dan Upaya Pengembangannya di Provinsi Kalimantan Timur. Kalimantan: LIPI. Isjd. Retrieved from http://isjd.pdii.lipi.go.id/ admin/jurnal/ 21054146.pdf (Diakses tanggal 7 April 2017).

Simatupang TM, Wright AC. 2002. The knowledge of coordination for supply chain integration. Business Process Management Journal 8(3): 289–308.

Sumarno, Muchlish Adie. 2010. Strategi Pengembangan Produksi Menuju Swasembada Kedelai Berkelanjutan. Iptek Tanaman Pangan 5(1): 49–63.

Buletin Palawija Vol. 15 No. 2: 69–77 (Oktober 2017)

Pengaruh Jenis Amelioran terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kacang Hijau di Tanah Salin

Effect of Ameliorants in Saline Soils on the Growth and Yield of Mungbean

Sri Wahyuningsih*, Afandi Kristiono, dan Abdullah Taufiq

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi
Jalan Raya Kendalpayak KM 8 Kotak pos 66 Malang 65101
*E-mail: sri.wahyuningsih1980@gmail.com

Naskah diterima 14 Agustus 2017; disetujui untuk diterbitkan 28 Desember 2017

ABSTRAK

Salinitas menghambat pertumbuhan dan menurunkan produktivitas tanaman. Ameliorasi tanah salin diperlukan untuk mengurangi pengaruh buruk salinitas tanah terhadap pertumbuhan tanaman. Penelitian bertujuan untuk mengetahui tanggap kacang hijau terhadap ameliorasi pada tanah salin. Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Balitkabi Malang mulai Maret hingga Juni 2014 menggunakan rancangan acak kelompok faktorial, empat ulangan. Faktor I adalah dua tingkat salinitas tanah yaitu: tanah dengan DHL 2-2,3 dS/m dan DHL 2,8-3,2 dS/m. Faktor II adalah pemberian amelioran terdiri atas: kontrol, 120 kg pupuk KCl/ha, 2,5 t/ha dolomit, 2,5 t/ha gipsum, 2,5 t/ha pupuk organik. Pengamatan terdiri atas tinggi tanaman, bobot kering tajuk dan akar, indeks kandungan klorofil daun, hasil dan komponen hasil, analisis sifat kimia tanah sebelum tanam dan sesudah panen, dan analisis tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan salinitas tanah 2,0-2,3 dS/m dan 2,8-3,2 dS/m berpengaruh buruk terhadap pertumbuhan dan hasil kacang hijau. Tanaman tidak membentuk polong pada semua tingkat salinitas yang diujikan. Semua peubah pertumbuhan dan komponen hasil mengalami penurunan akibat peningkatan salinitas, kecuali kandungan klorofil daun yang relatif tetap. Pemberian amelioran gipsum dosis 2,5 t/ha berpeluang efektif memperbaiki pertumbuhan dan hasil kacang hijau. Penambahan amelioran yang mengandung K, Ca, dan Mg mampu meningkatkan kandungan hara K, Ca, dan Mg serta memperbaiki keseimbangan K/Na, Ca/Na, dan Mg/Na dalam tanaman, namun tidak efektif mengurangi pengaruh negatif salinitas. Diperlukan pencucian garam dari daerah perakaran untuk menurunkan tingkat salinitas agar sesuai untuk pertumbuhan tanaman.

Kata kunci: salinitas, ameliorasi, kacang hijau

ABSTRACT

Salinity retards crop growth and reduce productivity. Amelioration of saline soil is needed to minimize adverse effect of soil salinity to the crops. The objective of research is to study the response of mungbean to ameliorant in saline soils. The experiment was conducted in a greenhouse of Indonesian Legumes and Tuber Crops Research Institute at Malang begining from March to June 2014. The factorial randomized complete block design was used in this experiment. The first factor was two levels of soil salinity, namely: soil with EC ranged from 2 to 2.3 dS/m and from 2.8 to 3.2 dS/m. The second factor was ameliorant application, namely control, 120 kg KCl/ha, 2.5 t/ha dolomite, 2.5 t/ha gypsum, and 2.5 t/ha organic fertilizer. Variables observation consists of plant height, shoot and root dry weight, leaf chlorophyll content index, yield and yield components, soil analysis before planting and after harvest, and plant analysis. The results showed that salinity treatment ranging from 2.0 to 2.3 dS/m and from 2.8 to 3.2 dS/m adversely affected growth and yield of mungbean. Mungbean crop do not perform pods at the salinity level tested. All variables observed reduced due to increase of salinity, except chlorophyl content index. Among the ameliorant tested, application of 2.5 t/ha gypsum likely could improve the growth and yield of mungbean. Application of ameliorant containing K, Ca, and Mg improve K, Ca, and Mg content as well as improving the balance of K/Na, Ca/Na and Mg/Na in the shoot, but did not effectively reduce the negative effect of salinity. Based on these results, it seems necessary to leach out salts from the root zone to make salinity in suitable levels for crops growth.

Keywords: salinity, amelioration, mungbean

PENDAHULUAN

Salinitas adalah salah satu faktor pembatas pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Sebagian besar tanaman budidaya sensitif terhadap salinitas yang disebabkan tingginya kandungan garam dalam tanah (Dogar *et al.* 2012). Salinitas mempengaruhi hampir semua tahap pertumbuhan tanaman, yaitu perkecambahan, pertumbuhan benih (*seedling*), vegetatif dan generatif (Nawaz *et al.* 2010). Tingginya kandungan garam terlarut dalam tanah salin, terutama ion Na, menyebabkan menurunnya ketersediaan unsur Ca, Mg, dan K. Selain itu, pertumbuhan tanaman terhambat karena efek osmotik dan toksik ion garam yang berlebihan.

Pengaruh salinitas tanah pada pertumbuhan tanaman sudah banyak dilaporkan. Tanaman kacang hijau tergolong sensitif terhadap pengaruh salinitas. Batas kritis salinitas untuk kacang hijau berdasarkan penurunan hasil 10% beragam, yaitu 1,0 dS/m (Evans 2006), 1,8 dS/m (Yadav *et al*. 2011), 2,65 dS/m (Taufiq dan Purwaningrahayu 2013), 1,5-3,3 dS/m (Cardon *et al*. 2012). Pada konsentrasi 100 mM NaCl (0,58%), pertumbuhan dan proses fotosintesis kacang hijau menurun (Hayat *et al.* 2010). Cekaman salinitas saat fase reproduksi menurunkan jumlah dan bobot polong (Elahi *et al*. 2004). Salinitas 3,89 dS/m dan 7,82 dS/m menghambat tinggi tanaman, menurunkan jumlah polong, bobot 1000 biji, dan indeks panen masing-masing pada genotipe yang peka dan toleran (Hossain *et al*. 2008). Salinitas setara 300-400 mM NaCl menghambat perkecambahan, menurunkan bobot tajuk, akar dan biji (Mensah and Ihenyen 2009), menghambat pemasakan polong, dan menyebabkan biji keriput (Ahmed 2009). Peningkatan salinitas meningkatkan tekanan osmotik air (Kurban *et al*. 1998), menurunkan KARD (kadar air relatif daun) (Kabir *et al*. 2004), dan kandungan klorofil pada kacang hijau (Ahmad *et al.* 2005).

Pengaruh buruk salinitas terhadap tanaman berhubungan dengan tingginya tekanan osmotik air, ketidakseimbangan antara ion Na dengan K, Ca, Mg, serta berkaitan dengan menurunnya serapan N dan P. Konsentrasi Na^+ yang tinggi dalam larutan tanah menekan aktivitas ion hara dan menyebabkan nisbah Na^+/Ca^{2+} atau Na^+/K^+ yang ekstrim, yang dapat mengganggu penyerapan ion Ca dan K (Grattan and Grieve 1999). Penambahan amelioran dengan bahan-bahan yang dapat menambah ketersediaan K, Ca, Mg, N dan P dapat menyeimbangkan kation-kation tersebut dalam tanah dan tanaman, sehingga diharapkan dapat memperbaiki pertumbuhan dan hasil tanaman. Penelitian Sembiring *et al*. (2008), Iskandar and Chairunas (2008) menunjukkan bahwa pemupukan P dan K, penggunaan pupuk kandang, abu, dan dolomit dapat meningkatkan hasil padi dan palawija pada tanah yang terpengaruh salinitas.

Salah satu metode ameliorasi tanah salin adalah penambahan bahan kimia atau organik. Efek yang diinginkan dari penambahan amelioran adalah pertukaran Na^+ dengan Ca^{2+}, yang memungkinkan pencucian natrium dapat ditukar. Penggunaan gipsum ($CaSO_4 2H_2O$), pirit (FeS_2), kalsit ($CaCO_3$), kalsium klorida ($CaCl_2.2H_2O$), dan amelioran organik (pupuk kandang, pupuk hijau) terbukti efektif dan mudah diterapkan untuk ameliorasi tanah salin (Sharma and Minhas 2005; Tejada *et al.* 2009). Gipsum ($CaSO_4 2H_2O$) adalah amelioran anorganik yang paling umum digunakan sebagai pemasok ion Ca^{2+}, dan efektivitasnya pada ameliorasi tanah salin telah diteliti secara luas (Choudhary *et al*. 2004; Gharaibeh *et al*. 2009; Gharaibeh *et al.* 2010).

Beberapa peneliti melaporkan keefektifan amelioran terhadap peningkatan hasil tanaman pada tanah salin. Smith *et al.* (2009) melaporkan penambahan gipsum 10 t/ha pada tanaman buncis meningkatkan kandungan N biomasa tajuk menjadi lebih dari 200 kg/ha. Chi *et al* (2012) juga melaporkan penambahan gipsum efektif meningkatkan hasil padi, menurunkan EC, SAR dan pH tanah. Kombinasi pupuk hijau dan pupuk kandang (1:1) dosis 12.5 kg/m^2 meningkatkan kemampuan fotosintesis tanaman padi sehingga berpotensi meningkatkan hasil tanaman (Chaum and Kirdmanee, 2011). Peningkatan hasil padi 20-30% dilaporkan Khan *et al.* (2014) pada aplikasi biokompos 2-6 t/ha pada tanah sodik 15 hari sebelum *transplanting*. Shaaban *et al.* (2013) melakukan ameliorasi tanah salin menggunakan pupuk kandang, gipsum, asam humat dan kombinasinya. Aplikasi gipsum dan pupuk kandang meningkatkan panjang akar dan hasil padi berturut-turut 146 % dan 136%, menurunkan daya hantar listrik dari 6,35 dS/m menjadi 2,65 dS/m, SAR menurun dari 6,56 menjadi 11,60, sedangkan pH menurun 8,26%. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa toleransi varietas kacang hijau terhadap salinitas beragam (Taufiq dan Purwaningrahayu 2013). Tingkat salinitas yang dapat ditoleransi tanaman kacang hijau tergolong rendah sehingga ameliorasi tanah salin merupakan salah satu alternatif mengatasi masalah salinitas. Penambahan amelioran diharapkan dapat meningkatkan ketersediaan hara K, Ca, Mg, N dan P, serta memperbaiki sifat tanah sehingga dapat mendukung pertumbuhan tanaman.

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh ameliorasi tanah salin terhadap pertumbuhan dan hasil kacang hijau.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi) di Malang dari bulan Maret hingga Mei 2014. Rancangan percobaan acak kelompok dua faktor dengan empat ulangan. Faktor pertama adalah dua tingkat salinitas tanah, yaitu (1) tanah dengan DHL 2-2,3 dS/m (L1), dan (2) tanah dengan DHL 2,8-3,2 dS/m (L2). Faktor kedua adalah macam

amelioran, yaitu: 1) kontrol (A0), 2) 120 kg pupuk KCl /ha atau 1,3 g/pot (A1), 3) 2,5 t/ha dolomit atau 21,3 g/pot (A2), 4) 2,5 t/ha gipsum atau 21,3 g/pot (A3), dan 5) 2,5 t/ha pupuk organik atau 21,3 g/pot (A4). Keragaman salinitas didapatkan dengan penambahan air laut yang diencerkan pada media tanam hingga mencapai tingkat salinitas yang diinginkan. Air laut diambil dari Pantai Balekambang Kabupaten Malang, Jawa Timur (DHL 50,8 dS/m). Media tanam menggunakan tanah non salin dari Wajak, Kabupaten Malang, diambil dari lapisan 0-20 cm. Perlakuan amelioran diberikan bersamaan tanam.

Media tanam menggunakan 8,5 kg tanah/pot setara kering udara. Pot yang digunakan tidak dilubangi bagian bawahnya, sehingga tidak terjadi pencucian garam keluar dari pot. Media tanam diberi amelioran sebelum tanam dengan dosis per pot, dihitung berdasarkan bobot tanah menggunakan asumsi bobot tanah pada lapisan 10 cm (1 juta kg/ha). Benih kacang hijau varietas Vima 1 ditanam sebanyak empat biji/pot, kemudian dilakukan penjarangan menjadi dua tanaman/pot pada umur 14 hari setelah tanam (hst). Pupuk dasar Urea 100 kg/ha dan 100 kg SP36/ha diberikan pada 14 hst (dosis dihitung berdasarkan populasi 330.000 tanaman/ha). Penyiraman dilakukan menggunakan air biasa, dan seminggu sekali dengan larutan air laut 5% hingga fase pengisian polong, dan penyiraman selanjutnya menggunakan air biasa. Penyiraman dilakukan hingga kelembaban tanah mencapai kapasitas lapang, yaitu volume air 1,5 liter untuk satu tanaman/pot. Perawatan tanaman dilakukan secara intensif dengan melakukan pengendalian hama, penyakit, dan gulma.

Peubah yang diamati terdiri atas sifat kimia tanah sebelum tanam dan saat tanaman dipanen (DHL, pH, K-dd, Ca-dd, Mg-dd, Na-dd, dan KTK), tinggi tanaman saat tanaman berumur 15, 30, 45, dan 55 hst, indeks kandungan klorofil daun muda yang sudah membuka penuh saat tanaman berumur 15, 30, 45, dan 55 hst (diukur menggunakan Chlorophyl meter SPAD-502), analisis tanaman saat panen (Na, Ca, Mg, K), bobot kering tajuk dan akar tanaman saat panen (dioven 105 ^{0}C selama 24 jam atau hingga bobot konstan), jumlah polong isi dan hampa/tanaman, bobot polong kering/tanaman, jumlah dan bobot biji kering biji normal/tanaman. Pengamatan pada polong dan biji dilakukan pada dua tanaman.

Analisis ragam digunakan untuk mengetahui pengaruh perlakuan, dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Analisis data menggunakan program MStat-C.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Salinitas terhadap Karakteristik Tanah

Perbedaan perlakuan salinitas menyebabkan perbedaan DHL, pH, kandungan K-dd, Ca-dd, Na-dd, dan Mg-dd tanah (Tabel 1). Peningkatan salinitas dari DHL 2 dS/m menjadi 2,8 dS/m menyebabkan peningkatan pH 0,1 unit, DHL 0,8 dS/m, K 0,01 Cmol$^+$/kg, Na 0,07 Cmol$^+$/kg, Ca 1,76 Cmol$^+$/kg, dan Mg 2,72 Cmol$^+$/kg. Peningkatan DHL media tanam kemungkinan disebabkan oleh meningkatnya Na dari larutan air laut yang ditambahkan. Nilai DHL tanah sebelum tanam pada L1 dan L2 berturut-turut adalah 2,0 dS/m dan 2,8 dS/m. Perbedaan tingkat salinitas tersebut diharapkan akan menciptakan keragaman pertumbuhan tanaman. tanaman kacang hijau telah mengalami cekaman pada DHL tanah 2,8 dS/m, sehingga penyiraman menggunakan larutan 5% air laut dihentikan agar tanaman tidak mati akibat salinitas yang tinggi.

DHL tanah saat panen meningkat menjadi 2,3 dS/m pada L1, dan menjadi 3,2 dS/m pada L2 sehingga kisaran DHL L1 selama pertumbuhan tanaman adalah 2,0-2,3 dS/m sedangkan DHL L2 adalah 2,8-3,2 dS/m (Tabel 2). Kisaran nilai DHL aktual pada L2 lebih rendah dari rencana semula (4-5 dS/m karena penambahan larutan garam dihentikan pada saat tanaman kacang hijau memasuki fase pembentukan polong. Penghentian tersebut didasarkan pada keragaan tanaman yang sudah mengalami cekaman salinitas cukup berat, dan bila penambahan larutan garam diteruskan akan menyebabkan tanaman mati.

Kandungan K-dd, Na-dd, Ca-dd, dan Mg-dd lebih tinggi pada tanah dengan DHL yang lebih tinggi (Tabel 2). Hal ini kemungkinan berasal dari larutan air laut yang ditambahkan. Air laut pada umumnya mengandung 55% Cl, 30% Na, 7,6%

Tabel 1. Hasil analisis tanah sebelum tanam dan sebelum perlakuan amelioran

Peubah	Metode analisis/ ekstraktan	Perlakuan salinitas	
		L1	L2
pH H_2O	1:5	6,1	6,2
DHL (dS/m)	Portable EC meter	2,0	2,8
C-organik (%)	Kurmis	0,43	0,51
K-dd (Cmol+/kg)	NH4OAc pH 7	0,91	0,92
Na-dd (Cmol+/kg)	NH4OAc pH 7	0,88	0,95
Ca-dd (Cmol+/kg)	NH4OAc pH 7	3,16	4,92
Mg-dd (Cmol+/kg)	NH4OAc pH 7	0,20	2,92

Tabel 2. Pengaruh perlakuan salinitas dan pemberian amelioran terhadap sifat kimia tanah saat panen

Perlakuan	DHL (dS/m)	pH-H_2O (1:5)	C-Organik (%)	K-dd	Na-dd	Ca-dd	Mg-dd
				Cmol$^+$/kg			
Salinitas (dS/m)							
L1=2,0-2,3	2,30	6,5	0,52	1,03	0,78	9,72	3,97
L2=2,8-3,2	3,20	6,5	0,88	1,46	1,01	10,56	4,67
Amelioran							
kontrol	2,55	6,3	0,47	1,02	0,87	8,74	4,21
120 kg KCl /ha	2,95	6,1	0,73	2,02	1,01	8,72	4,26
2,5 t/ha dolomit	2,80	6,8	0,72	1,04	0,94	10,68	5,09
2,5 t/ha gipsum	2,75	6,6	0,92	1,09	0,85	13,40	3,94
2,5 t/ha pupuk organik	2,90	6,5	0,68	1,07	0,82	9,18	4,11

SO4, 3,7% Mg, 1,2% Ca, dan 1,1% K (Pidwirny 2006; Micale *et al.* 2009). Meningkatnya kandungan kation-kation tersebut juga menyebabkan pH tanah mengalami peningkatan 0,3-0,4 unit dibandingkan pH tanah sebelum tanam.

Penambahan amelioran pupuk K meningkatkan C-org, K-dd, DHL, dan Na-dd, serta menurunkan pH. Penambahan amelioran dolomit, gipsum, dan pupuk kandang meningkatkan DHL dan pH tanah, kemungkinan karena terjadinya peningkatan Ca-dd (Tabel 2). Peningkatan Ca-dd lebih tinggi pada perlakuan dengan gipsum dibandingkan dengan dolomit. Peningkatan Na-dd akibat pemberian pupuk K kemungkinan berasal dari bahan ikutan pupuk K, yaitu KCl. Dari empat amelioran yang digunakan untuk ameliorasi tanah salin, kemungkinan yang berpengaruh positif adalah dolomit, gipsum, dan pupuk organik, karena tidak menyebabkan peningkatan Na-dd yang tinggi seperti yang terjadi bila menggunakan pupuk KCl.

Tinggi Tanaman

Tingkat salinitas berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman sejak tanaman berumur 15 hst (Tabel 3). Pemberian amelioran berupa pupuk K, dolomit, gipsum, dan pupuk organik tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman. Tidak terdapat interaksi antara perlakuan salinitas dengan pemberian amelioran. Hal ini menunjukkan pengaruh salinitas lebih dominan terhadap pertumbuhan tinggi tanaman.

Peningkatan salinitas dari 2,0-2,3 dS/m menjadi 2,8-3,2 dS/m menurunkan pertumbuhan tinggi tanaman 26-30% (Tabel 4). Penambahan amelioran berupa pupuk K, dolomit, gipsum, dan pupuk organik tidak mampu mengatasi pengaruh buruk akibat salinitas, meskipun amelioran tersebut mampu meningkatkan kandungan K, Ca, dan Mg dalam tanah (Tabel 2). Pengaruh salinitas terjadi sejak

Tabel 3. Hasil analisis ragam pengaruh salinitas dan amelioran terhadap tinggi tanaman kacang hijau

Sumber Keragaman	db	Tinggi tanaman (cm)			
		15 hst	30 hst	45 hst	55 hst
Salinitas (S)	1	*	*	*	*
Amelioran (A)	4	tn	tn	tn	tn
S*A	4	tn	tn	tn	tn
KK (%)		22,1	15,3	13,9	13,7

Keterangan: tn=tidak nyata; *=nyata pada uji F 5%.

Tabel 4. Rata-rata tinggi tanaman kacang hijau pada perlakuan salinitas dan pemberian bahan amelioran

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)			
	15 hst	30 hst	45 hst	55 hst
Salinitas (dS/m)				
L1 (2,0-2,3 dS/m)	7,0 a	13,1 a	23,1 a	23,3 a
L2 (2,8-3,2 dS/m)	5,0 b	9,7 b	16,1 b	16,4 b
	(29)[1)]	(26)	(30)	(30)
Amelioran				
Kontrol	6,3	11,7	20,0	20,2
120 kg pupuk KCl/ha	5,4	10,2	17,9	18,3
2,5 t/ha dolomit	5,8	10,8	18,7	19,2
2,5 t/ha gipsum	5,6	10,8	19,5	19,7
2,5 t/ha pupuk organik	6,5	11,9	20,6	20,7

Keterangan: Angka-angka sekolom pada masing-masing faktor yang didampingi huruf sama atau tanpa didampingi huruf menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%; 1)angka dalam kurung adalah persentase penurunan.

awal pertumbuhan tanaman, dan mulai mengalami stagnasi pertumbuhan pada umur 45 HST. Persentase penurunan tinggi tanaman meningkat hingga umur 45 hst, kemungkinan karena akumulasi ion garam pada jaringan semakin meningkat sehingga menghambat pertumbuhan tinggi tanaman. Akumulasi ion Na^+ dan Cl^- bersifat toksik dalam tanaman, dan sering disebut sebagai penyebab utama terhambat-

Tabel 5. Hasil analisis ragam pengaruh salinitas, dan amelioran terhadap bobot kering tajuk dan akar kacang hijau

Sumber Keragaman	db	Bobot kering (g/2 tanaman)	
		Tajuk	Akar
Salinitas (S)	1	*	*
Amelioran (A)	4	tn	*
S*A	4	tn	tn
KK (%)		14,5[1)]	18,6[1)]

Keterangan: tn=tidak nyata; *=nyata pada uji F 5%; [1)]=data ditransformasi menggunakan (X)

Tabel 6. Rata-rata bobot kering tajuk dan akar tanaman kacang hijau saat panen pada perlakuan salinitas dan amelioran

Perlakuan	Bobot kering (g/2 tanaman)		Nisbah tajuk/ akar
	Tajuk	Akar	
Salinitas (dS/m)			
L1 (2,0-2,3 dS/m)	6,6 a	0,6 a	11
L2 (2,8-3,2 dS/m)	3,2 b (52)[1)]	0,2 b (67)	16 (45)
Amelioran			
Kontrol	5,0	0,4 ab	13
120 kg pupuk KCl/ha	4,2	0,2 b	21
2,5 t/ha dolomit	5,0	0,4 ab	13
2,5 t/ha Gipsum	5,8	0,6 a	10
2,5 t/ha pupuk organik	5,0	0,4 ab	13

Keterangan: Angka-angka sekolom pada masing-masing faktor yang didampingi huruf sama atau tanpa didampingi huruf menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%; 1)angka dalam kurung adalah persentase penurunan.

nya pertumbuhan pada cekaman salin. Akumulasi ion Na^+ dan Cl^- yang berlebihan pada kondisi salin menyebabkan penyesuaian osmotik terganggu sehingga perkembangan sel terhambat.

Biomas Tajuk dan Akar

Salinitas berpengaruh nyata terhadap biomas akar dan tajuk pada saat panen, sedangkan pengaruh amelioran nyata pada biomas akar. Tidak terdapat interaksi antara perlakuan salinitas dengan pemberian amelioran (Tabel 5).

Peningkatan salinitas dari 2,0-2,3 dS/m menjadi 2,8-3,2 dS/m menurunkan akumulasi biomas tajuk 52% dan akar 67% (Tabel 6). Penurunan biomas akar lebih tinggi dibandingkan tajuk, yang mengindikasikan bahwa pengaruh peningkatan salinitas terhadap akar lebih besar dibandingkan terhadap tajuk. Penurunan yang terjadi pada tajuk dan akar lebih besar dibandingkan pada pertumbuhan tinggi tanaman. Hasil ini menunjukkan bahwa bobot biomas tanaman kacang hijau lebih sensitif terhadap cekaman salinitas dibandingkan tinggi tanaman. Nisbah tajuk terhadap akar meningkat 45% pada salinitas L2, yang menunjukkan bahwa pertumbuhan akar lebih terhambat dibandingkan bagian tajuk. Penurunan pertumbuhan akar menunjukkan bahwa organ akar sangat sensitif terhadap peningkatan salinitas. Akar merupakan organ pertama yang terpapar lingkungan salin. Pertumbuhan akar yang terhambat menyebabkan organ tersebut tidak dapat berfungsi dengan baik untuk penyerapan hara dan air yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman sehingga mempengaruhi pertumbuhan tanaman.

Tabel 7. Hasil analisis ragam pengaruh salinitas dan amelioran terhadap indeks kandungan klorofil daun tanaman kacang hijau

Sumber Keragaman	db	Indeks Kandungan Klorofil (IKK)			
		15 hst	30 hst	45 hst	55 hst
Salinitas (S)	1	*	tn	*	*
Amelioran (A)	4	tn	tn	tn	tn
S*A	4	tn	tn	tn	tn
KK (%)		14,5	6,8	6,4	14,5[1)]

Keterangan: tn=tidak nyata; *=nyata pada BNT 5%;[1)]data ditransformasi menggunakan Ö(X +0,5)

Penambahan amelioran berupa pupuk KCl, dolomit, gipsum, dan pupuk organik tidak mampu mengatasi pengaruh buruk salinitas terhadap bobot kering tajuk, bahkan ameliorasi dengan pemberian pupuk KCl justru menurunkan bobot kering tajuk dan akar. Pemberian 2,5 t/ha gipsum berpotensi memperbaiki pertumbuhan tajuk dan akar dibandingkan amelioran lainnya (Tabel 6). Penurunan pertumbuhan tajuk dan akar akibat pemberian 120 kg/ha pupuk KCl kemungkinan karena pupuk tersebut meningkatkan kandungan Na-dd (Tabel 2), sehingga menambah pengaruh buruk dari salinitas.

Indeks Klorofil Daun (IKK)

Peningkatan salinitas berpengaruh nyata terhadap nilai IKK daun, kecuali pada umur 30 hst, sedangkan aplikasi amelioran dan interaksinya tidak berpengaruh nyata (Tabel 7). Peningkatan salinitas dari 2,0-2,3 dS/m (L1) menjadi 2,8-3,2 dS/m (L2) justru meningkatkan nilai IKK daun, yang mengindikasikan kandungan klorofil daun meningkat. Pengamatan visual menunjukkan daun kacang hijau pada salinitas yang lebih tinggi (L2) terlihat lebih hijau. Klorofil daun varietas Vima 1 tidak mengalami kerusakan pada DHL 2,8-3,2 dS/m. Hasil penelitian sebelumnya, IKK daun kacang hijau varietas Vima 1 mulai turun pada tingkat salinitas 5,2 dS/m (Taufiq dan Purwaningrahayu 2013).

Tabel 8. Pengaruh salinitas dan pemberian bahan amelioran terhadap indeks kandungan klorofil daun tanaman kacang hijau

Perlakuan	Indeks Kandungan Klorofil			
	15 hst	30 hst	45 hst	55 hst
Salinitas (dS/m)				
L1 (2,0-2,3 dS/m)	34,9 b	42,0 a	41,9 b	13,0 b
L2 (2,8-3,2 dS/m)	39,1 a	41,7 a	43,6 a	32,5 a
Amelioran				
Kontrol	33,8	41,6	42,2	32,0
120 kg KCl/ha	38,5	40,9	44,6	27,7
2,5 t/ha dolomit	39,0	41,0	42,2	26,4
2,5 t/ha Gipsum	37,7	42,2	42,2	28,4
2,5 t/ha pupuk organik	37,3	42,0	42,7	26,3

Keterangan: Angka-angka sekolom pada masing-masing faktor yang didampingi huruf sama atau tanpa didampingi huruf menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.

Pada L1, IKK mengalami peningkatan hingga umur 30 hst kemudian menurun drastis hingga panen. Sedangkan pada L2 peningkatan IKK terjadi hingga umur 45 hst. IKK pada salinitas L2 lebih tinggi dibandingkan L1 (Tabel 8). Kandungan klorofil tanaman dapat menjadi indikator kesehatan tanaman. Penurunan kandungan klorofil akan menurunkan kemampuan fotosintesis tanaman. Menurut Djanuguiraman *et al.* (2006), rendahnya kandungan klorofil pada kondisi cekaman salinitas dilaporkan dalam banyak penelitian. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kandungan klorofil tanaman kacang hijau meningkat pada salinitas L2.

Ameliorasi dengan 120 kg pupuk KCl/ha, 2,5 t/ha dolomit, dan 2,5 t/ha gipsum meningkatkan IKK pada umur 15 hst, sedangkan pada pertumbuhan lebih lanjut IKK menurun (Tabel 8). Bahan amelioran menciptakan keseimbangan ion pada tanah salin, terutama di daerah perakaran. Amelioran KCl merupakan sumber ion K^+, dolomit dan gipsum sumber ion Ca^{2+}. Kedua ion tersebut berperan penting dalam proses ameliorasi. Ion K^+ berperan dalam pengaturan osmotik intraseluler, sedangkan Ca^{2+} mempunyai efek amelioratif pada tanaman dengan mencegah ion Na^+ masuk ke dalam sel. Pada penelitian ini, efek amelioratif dari amelioran tidak signifikan terhadap kandungan klorofil meskipun ada kecenderungan klorofil meningkat pada tanaman muda (umur 15 hst). Hal ini menunjukkan bahwa keseimbangan ion tidak efektif mengurangi efek negatif salinitas pada pertumbuhan tanaman kacang hijau.

Hasil dan Komponen Hasil

Perlakuan salinitas berpengaruh nyata pada jumlah polong isi dan hampa, bobot kering polong dan biji, serta jumlah biji/2 tanaman (Tabel 9). Pemberian amelioran hanya berpengaruh nyata terhadap bobot kering biji. Tidak terdapat interaksi nyata antara salinitas dengan pemberian amelioran pada peubah-peubah tersebut. Hal ini mengindikasikan bahwa pemberian amelioran tidak mampu memperbaiki tanah salin. Pemberian amelioran diharapkan dapat menciptakan keseimbangan ion dalam media tanah. Namun keseimbangan ion dalam sistem tertutup dalam percobaan ini tidak mampu menghilangkan pengaruh negatif salinitas terhadap tanaman.

Peningkatan salinitas tanah dari L1 ke L2 menurunkan jumlah polong, bobot kering polong dan biji, serta jumlah biji per 2 tanaman masing-masing 48%, 49%, 47%, dan 50% (Tabel 10). Hal ini menunjukkan salinitas berpengaruh negatif terhadap hasil tanaman. Efek negatif salinitas terhadap hasil tanaman kacang hijau diduga terkait efek cekaman salin terhadap pertumbuhan, gangguan penyerapan air dan hara, serta menurunnya kemampuan fotosintesis. Selain itu, terhambatnya translokasi asimilat ke bagian organ penyimpanan (biji) pada kondisi salin diduga berperan dalam penurunan hasil tanaman. Ahmed (2009) melaporkan bahwa penurunan hasil biji kacang hijau pada kondisi cekaman salin dapat disebabkan oleh menurunnya efisiensi pengisian biji per hari, yang mengakibatkan berkurangnya jumlah biji per polong/tanaman dan bobot kering biji.

Pemberian 2,5 t/ha gipsum mempunyai pengaruh lebih besar dalam meningkatkan hasil biji,

Tabel 9. Hasil analisis ragam pengaruh salinitas dan amelioran terhadap hasil dan komponen hasil tanaman kacang hijau

SumberKeragaman	db	Jumlah polong/2 tanaman		Bobot kering	Jumlah biji/ tanaman	
		Isi	Hampa	(g/2 tanaman)	Polong	Biji
Salinitas (S)	1	*	*	*	*	*
Amelioran (A)	4	tn	tn	tn	*	tn
S*A	4	tn	tn	tn	tn	tn
KK (%)		13,7[1)]	8,4[1)]	21,4[1)]	11,5[1)]	18,6[1)]

Keterangan: tn=tidak nyata; * = nyata pada BNT 5%; [1)]= data ditransformasi menggunakan Ö(X +0,5).

Tabel 10. Pengaruh salinitas terhadap hasil dan komponen hasil tanaman kacang hijau

Perlakuan	Jumlah polong/2 tanaman		Bobot kering (g/2 tanaman)		Jumlah biji/ 2 tanaman
	Isi	Hampa	Polong	Biji	
Salinitas (dS/m)					
L1 (2,0-2,3 dS/m)	6,2 a	3,3 a	7,4 a	3,0 a	51,8 a
L2 (2,8-3,2 dS/m)	3,2 b (48)[1]	2,4 b (36)	3,8 b (49)	1,6 b (47)	26,0 b (50)
Amelioran					
Kontrol	5,4	2,0	5,2	2,2 bc	42,0
120 kg pupuk KCl/ha	4,3	2,4	4,4	1,8 c	31,8
2,5 t/ha dolomit	4,8	1,4	5,4	2,4 ab	34,4
2,5 t/ha Gipsum	4,8	2,4	6,8	2,8 a	43,0
2,5 t/ha pupuk organik	5,0	2,4	6,0	2,4 ab	41,8

Keterangan: Angka-angka sekolom pada masing-masing faktor yang didampingi huruf sama atau tanpa didampingi huruf menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%; 1)angka dalam kurung adalah persentase penurunan.

Tabel 11. Perbandingan hasil dan komponen hasil kacang hijau varietas Vima 1 pada tanah salin

Salinitas (dS/m)	Jumlah polong isi/2 tanaman	Bobot kering polong (g/2 tanaman)	Jumlah biji/ 2 tanaman	Bobot kering biji (g/2 tanaman)
L1 =2,0-2,3	6,2	7,4	51,8	3,0
L2 = 2,8-3,2	3,2 (48) [1)]	3,8 (49)	26,0 (50)	1,6 (47)

Keterangan: 1):angka dalam kurung adalah persentase penurunan terhadap L1

Tabel 12. Kandungan K, Ca, Na, dan Mg pada tajuk tanaman kacang hijau saat panen

Perlakuan	Kandungan dan nisbah unsur dalam tajuk						
	K (%)	Ca (%)	Na (%)	Mg (%)	K/Na	Ca/Na	Mg/Na
Salinitas (dS/m)							
L1 (2,0-2,3)	2,40	4,85	0,48	0,90	5,1	10,2	1,9
L2 (2,8-3,2)	2,54	5,82	0,50	1,01	5,1	11,6	2,0
Amelioran							
Kontrol	2,39	5,04	0,46	0,92	5,2	11,1	2,0
120 kg pupuk KCl/ha	2,39	4,85	0,51	0,91	4,7	9,6	1,8
2,5 t/ha dolomit	2,48	5,04	0,51	1,02	4,9	9,9	2,0
2,5 t/ha gipsum	2,68	5,75	0,49	0,97	5,5	11,9	2,0
2,5 t/ha pupuk organik	2,45	6,00	0,49	0,97	5,0	12,2	2,0

yang tercermin dari peningkatan bobot kering biji/ 2 tanaman dibandingkan amelioran lainnya. Pemberian 120 kg pupuk KCl/ha tidak saja menghambat pertumbuhan, tetapi juga menyebabkan penurunan hasil biji (Tabel 10). Pengaruh negatif akibat penambahan pupuk K pada tanah salin tersebut kemungkinan karena pemupukan K dari KCl meningkatkan Na-dd tanah (Tabel 5), sehingga efek salinitas menjadi lebih besar. Hasil percobaan ini menunjukkan bahwa pemberian amelioran gipsum berpeluang efektif pada tanah dengan tingkat salinitas hingga 3,2 dS/m.

Tanaman kacang hijau varietas Vima 1 yang ditanam pada media yang mendapat perlakuan salinitas mengalami penurunan hasil dan komponen hasil. Pada salinitas L2, tanaman mengalami penurunan jumlah polong isi 48%, bobot kering polong 49%, jumlah biji 50% dan bobot kering biji 47% dibandingkan L1 (Tabel 11). Persentase penurunan hasil dan komponen hasil yang cukup tinggi menunjukkan tanaman mengalami cekaman yang cukup berat. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya, hasil kacang hijau turun 41,3-78,7% (bergantung varietas) pada DHL tanah 1,79-2,65 dS/m (Taufiq dan Purwaningrahayu 2013).

Kandungan K, Ca, Na, dan Mg dalam Tajuk

Peningkatan salinitas cenderung meningkatkan kandungan K, Ca, Na, dan Mg dalam tajuk tanaman kacang hijau. Nisbah K/Na dan Mg/Na tidak

berubah, kecuali nisbah Ca/Na yang meningkat (Tabel 12). Kandungan K dan Ca tanaman meningkat akibat penambahan amelioran gipsum dan pupuk organik. Gipsum kelarutannya dalam air lebih tinggi (2 g/liter) dibandingkan dolomit (1,2 g/liter) sehingga unsur Ca mudah diserap tanaman. Penambahan amelioran pupuk K tidak meningkatkan kandungan K tanaman, meskipun kandungan K-dd tanah meningkat. Hal ini mungkin karena penambahan pupuk K meningkatkan Na-dd sehingga menghambat penyerapan K oleh tanaman. Pemberian dolomit meningkatkan kandungan Mg tanaman lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian gipsum dan pupuk kandang (Tabel 12). Penambahan 2,5 t/ha gipsum pada tanah dengan salinitas hingga 3,2 dS/m berpengaruh positif terhadap penyerapan unsur K, Ca dan Mg tanaman, memperbaiki keseimbangan K/Na dan Ca/Na dalam tanaman. Namun, perbaikan keseimbangan kation tersebut tidak efektif mengurangi pengaruh buruk salinitas terhadap pertumbuhan yang dapat dilihat dari penurunan hasil biji.

Dalam penelitian ini, pot yang digunakan tidak berlubang, sehingga tidak ada pencucian garam. Dengan demikian, mengatasi dampak buruk akibat salinitas tidak cukup hanya dengan menambah amelioran, tetapi diperlukan penurunan DHL tanah dengan cara pencucian garam dari daerah perakaran setelah pemberian amelioran, agar salinitas pada tingkat yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman.

KESIMPULAN

1. Peningkatan salinitas tanah dari 2,0-2,3 dS/m menjadi 2,8-3,2 dS/m tidak menyebabkan penurunan kandungan klorofil, tetapi menyebabkan penurunan pertumbuhan dan hasil tanaman. Pemberian amelioran gipsum dosis 2,5 t/ha berpeluang efektif memperbaiki pertumbuhan dan hasil kacang hijau.
2. Penambahan amelioran yang mengandung K, Ca, dan Mg mampu meningkatkan kandungan hara K, Ca, dan Mg, serta memperbaiki keseimbangan K/Na, Ca/Na, dan Mg/Na dalam tanaman, namun tidak mampu mengurangi efek negatif salinitas.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, S., A. Wahid, E. Rasul and A. Wahid. 2005. Comparative morphological and physiological responses of green gram genotypes to salinity applied at different growth stages. Bot. Bull. Academia. Sinica. 46:135-142.

Ahmed, S. 2009. Effect of Soil Salinity on The yield and yield components of mungbean. Pakistan. J. Bot. 41(1):263-268.

Choudhary, O.P., A.S. Josan, M.S. Bajwa, and M.L. Kapur. 2004. Effect of sustained sodic and saline-sodic irrigation and application of gypsum and farmyard manure on yield and quality of sugarcane under semi-arid conditions. Field Crops Res. 87(2-3):103-116.

Cardon, G.E., J.G. Davis, T.A. Bauder and R.M. Waskom. 2012. Managing Saline Soils. http://www.ext.colostate.edu/pubs/crops.html. Diakses tanggal 5 Maret 2013.

Cha-um, S., and C. Kirdmanee. 2011. Remediation of salt-affected soil by the addition of organic matter - an investigation into improving glutinous rice productivity. Sci. Agric. 68(4):406-410.

Chi, C.M., C.W. Zhao, X.J. Sun, and Z.C. Wang. 2012. Reclamation of saline-sodic soil properties and improvement of rice (*Oryza sativa* L.) growth and yield using desulfurized gypsum in the west of Songnen Plain, northeast China. Geoderma 187–188:24–30.

Djanaguiraman, M., J.A. Sheeba, A.K. Shanker, D. Durgadevi and U. Bangarusamy. 2006. Rice can acclimate to lethal level of salinity by pre-treatment with sub lethal level of salinity through osmotic adjustment. Plant Soil. 284:363-373.

Dogar, U.F., N. Naila, A. Maira, A. Iqra, I. Maryam, H. Khalid, N. Khalid, H.S. Ejaz and H.B. Khizar. 2012. Noxious effects of NaCl salinity on plants. Botany Res. Inter. 5(1):20-23.

Elahi, N.N., S. Mustafa, and J.I. Mirza. 2004. Growth and nodulation of mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) as affected by sodium chloride. J. Res. Sci. Bahauddin Zakaria Univ. Multan, Pakistan. 15(2):139-143.

Evans, L. 2006. Salinity Tolerance in Irrigated Crops. http://www.dpi.nsw.gov.au.

Grattan, S.R. and C.M. Grieve. 1999. Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. Sci. Hortic. 78:127-157.

Gharaibeh, M.A., N.I. Eltaif, and O.F. Shunnar. 2009. Leaching and reclamation of calcareous saline sodic soil by moderately saline and moderate SAR water using gypsum and calcium chloride. J. of Plant Nut. and Soil Sci. 172(5):713-719.

Gharaibeh, M.A., N.I. Eltaif, and S.H. Shra'ah. 2010. Reclamation of a calcareous saline sodic soil using phosphoric acid and by product gypsum. Soil Use and Manag. 26(2):141-148.

Hayat, S., S.A. Hasan, M. Yusuf, Q. Hayat, and A. Ahmad. 2010. Effect of 28-homobrassinolide on photosynthesis, fluorescence and antioxidant system

in the presence or absence of salinity and temperature in *Vigna radiata*. Environ. and Exp. Botany (69):105-112.

Hossain, M.M., M.N.A. Miah, M.A. Rahman, M.A. Islam, and M.T. Islam. 2008. Effect of salt stress on growth and yield attributes of mungbean. Bangladesh Res. Pub. J. 1(4):324-336.

Iskandar, T and Chairunas. 2008. Palawija production in tsunami-affected soils in the Province of Nanggroe Aceh Darussalam. P. 109-113. *In* F. Agus and G. Tinning (eds). Proc. of Inter. Workshop on Post Tsunami Soil Manag. 180 pages.

Kabir, M.E., M.A. Karim, and M.A.K. Azad. 2004. Effect of potassium on salinity tolerance of mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczek). J. of Biol. Sci. 4(2):103-110.

Kurban, H., H. Saneoka, K. Nehira, R. Adilla and K. Fujita. 1998. Effect of salinity on growth and accumulation of organic and inorganic solutes in the leguminous plants *Alhagi pseudoalhagi* and *Vigna radiata*. Soil Sci. Plant Nut. 44(4):589-597.

Mensah, J.K. and J. Ihenyen. 2009. Effects of salinity on germination, seddling establishement and yield of three genotypes of mungbean (*Vigna mungo* L. Hepper) in Edo State, Nigeria. Nigerian Annals. of Natural Sci. 8(2):17-24.

Nawaz, K., H. Khalid, M. Abdul, K. Farah, A. Shahid, and A. Kazim. 2010. Fatality of salt stress to plants: Morphological, physiological and biochemical aspects. review. African J. of Biotech. 9(34):5475-5480.

Shaaban, M., M. Abid, R.A.I. Abou-Shanab. 2013. Amelioration of salt affected soils in rice paddy systemby application of organic and inorganic amendments. Plant Soil Environ. 59(5): 227–233.

Sembiring, H., A. Gani, and T. Iskandar. 2008. Implications of salinity research in Aceh for indonesian rice growing. P. 97-108. *In* F. Agus and G. Tinning (eds). Proc. of Inter. Workshop on Post Tsunami Soil Manag.. 180 pages.

Sharma, B. R. and P. S. Minhas. 2005. Strategies for managing saline/alkali waters for sustainable agricultural production in South Asia. Agric. Water Manag. 78:136-151.

Smith, A.P., D. Chen, P.M. Chalk. 2009. N_2 Fixation by Faba Bean (*Vicia faba* L.) in a gypsum-amended sodic soil. Biol. Fertil. Soils. 45:329-333.

Taufiq, A dan R.D. Purwaningrahayu. 2013. Tanggap Varietas Kacang Hijau terhadap Cekaman Salinitas. J. Pen. Pert. Tan. Pangan 32(3):161-172.

Tejada, M., M.T. Hernandez, and C. Garcia. 2009. Soil restoration using composted plant residues: Effects on soil properties. Soil & Tillage Res. 102:109–117.

Yadav, S., I. Mohammad, A. Aqi, and H. Shamsul. 2011. Causes of salinity and plant manifestations to salt stress: A review. J. Environ. Biol. 32: 667-685.

Keragaan Populasi Famili Halfsib Hasil Persilangan Ubi Jalar untuk Pengkayaan Mikronutrien

Offspring Performance of Halfsib Families in Sweet Potato Crossing for Micronutrient Enrichment

Sri Umi Lestari[1]* dan Nur Basuki[2]

[1]Fakultas Pertanian-Universitas Tribhuwana Tunggadewi; Jl. Telaga Warna, Tlogomas, Malang
[2]Fakultas Pertanian Universitas Merdeka Pasuruan
*email: sriumi.lestari@yahoo.com

Naskah diterima 23 Agustus 2017; disetujui untuk diterbitkan 28 Desember 2017

ABSTRAK

Hidden hunger menjadi masalah kesehatan utama bagi masyarakat dunia, terutama di negara-negara sedang berkembang. Ubi jalar merupakan salah satu tanaman pangan pokok yang dapat diperkaya kandungan mikronutriennya melalui program biofortifikasi, untuk mengatasi hidden hunger tersebut. Penelitian bertujuan mengevaluasi keragaan keturunan yang berasal dari persilangan antara klon-klon berpotensi hasil tinggi dan klon-klon kaya mikronutrien. Dua ratus sembilan puluh tujuh genotipe tersebar pada delapan famili halfsib hasil persilangan dievaluasi bobot umbi dan brangkasannya, estimasi hasil/hektar, serta kandungan mikronutriennya (Fe dan Zn). Rancangan acak kelompok augmented dengan delapan blok ulangan dilakukan untuk evaluasi keragaan genotipe-genotipe tersebut. Dalam setiap blok juga ditanam klon-klon induk sebagai kultivar kontrol. Hasil penelitian memperlihatkan keragaan kultivar yang diuji berbeda terhadap keragaan kultivar kontrol, maupun di antara kultivar uji sendiri. Hal ini memberi peluang mendapatkan genotipe terpilih berdasarkan kiriteria seleksi bobot umbi dan kandungan mikronutriennya. Diantara 297 genotipe yang dievaluasi diperoleh 140 genotipe yang mempunyai hasil umbi ≥ 0.5 kg/tanaman dan enam diantaranya mempunyai bobot umbi ≥ 1.5 kg/tanaman. Berdasarkan kriteria gabungan bobot umbi dan kandungan mikronutrien terseleksi enam genotipe dengan kisaran hasil umbi antara 0.598–1.631 kg/tanaman dan kandungan mikronutrien berkisar antara 95–618 mg Fe/kg umbi dan 10 – 12 mg Zn/kg umbi berdasar bobot kering umbi.

Kata kunci: Ubi jalar, persilangan, mikronutrien

ABSTRACT

Hidden hunger is a major health problem for the world populations, especially in developing countries. Sweet potato is one of the main staple crops to be enriched with micronutrient content through biofortification program, to overcome the hidden hunger. The study was to evaluate the offspring performance derived from the controlled crosses between the high yielding clones and rich-micronutrient content clones. A number of hybrid genotypes (297) distributed in eight families of halfsibs were evaluated, especially on weight of storage root and vines, estimated storage root and vines yields per hectare, and its micronutrient content (Fe and Zn). Augmented randomized block design with eight replicates was applied for this trial. In each block, the parent clones was also planted as the control cultivars. The results showed that performance of the tested cultivars on all observed parameters was different to control cultivars, as well as among the tested cultivars. This allows to obtain a desired genotype based on the selection criteria of storage root weight/plant and its micronutrient content. Among the 297 genotypes evaluated, there were 140 genotypes having storage root yields ≥ 0.5 kg/plant and six of them had storage root weight of ≥ 1.5 kg/plant. Based on the storage root weight and micronutrient content six genotypes were selected, where the storage root weight ranged between 0.598 - 1.631 kg/plant and Fe and Zn content respectively ranged from 95 to 618 mg Fe/kg and 10-12 mg Zn/kg based on the basis of storage root dry weight.

Keywords: sweet potato,crossing, micronutrient

PENDAHULUAN

Ubi jalar kaya mikronutrien sangat diperlukan bagi upaya mengatasi *hidden hunger*. *Hidden hunger* merupakan istilah kekurangan mikronutrien atau gizi mikro, umumnya meliputi zat besi (Fe), seng (Zn), iodium (I), vitamin A, asam folat, dan beberapa jenis vitamin lainnya (Kennedy *et al.* 2003). Saat ini *hidden hunger* menjadi masalah kesehatan utama bagi masyarakat dunia, terutama di negara-negara sedang berkembang. Prevalensi penderita *hidden hunger* semakin meningkat, baik secara global maupun secara nasional (Sharma *et al.* 2016; Welch 2000; Harahap *et al*. 2015). Diperkiraan empat miliar orang telah menderita kekurangan zat besi, 2,7 miliar diantaranya beresiko kekurangan Zn, dan ratusan juta orang kekurangan satu atau lebih vitamin penting (WHO 2002; Hotz dan Brown 2004; UN-SCN 2004; McGuire 2015). Menurut Kennedy *et al.* (2003), defisiensi gizi mikro saat ini tidak hanya diderita penduduk yang kekurangan pangan, namun ditemukan pula pada masyarakat yang suplai pangannya cukup. Dampak defisiensi

gizi mikro sangat luas bagi kelangsungan hidup, tumbuh kembang dan kesehatan masyarakat, terutama pada wanita dan anak-anak balita (Bailey *et al.* 2015; Sharma *et al.* 2016).

Penyebab terjadinya defisiensi mikronutrien pada penduduk terutama yang berpenghasilan rendah dan miskin adalah rendahnya asupan Fe dan Zn yang diperoleh melalui bahan pangan pokok yang dominan dikonsumsi sehari-hari, terutama yang berasal dari bahan nabati (Welch 2002; Kennedy *et al.* 2003; Keatinge *et al.* 2010). Sebaliknya pada penduduk yang suplai pangannya cukup, terutama disebabkan oleh kebiasaan penduduk yang susunan menu pangannya kurang beragam, hanya berasal dari satu jenis tanaman pangan (Tulchinsky 2015).

Ubi jalar merupakan salah satu tanaman pangan pokok yang menjadi sasaran untuk diperkaya dengan kandungan mikronutrien melalui program biofortifikasi. Biofortifikasi tersebut telah dikumandangkan melalui Program *HarvestPlus* untuk mengatasi defisiensi unsur-unsur mineral esensial seperti Fe, Zn, dan provitamin A (Pfeiffer dan McClafferty 2007; Mayer *et al.* 2008). Program biofortifikasi dikembangkan dengan memanfaatkan kebiasaan penduduk miskin dan berpenghasilan rendah di negara-negara sedang berkembang yang mengkonsumsi bahan pangan pokok dalam jumlah besar, sehingga kandungan Fe, Zn dan provitamin A yang tinggi pada tanaman pangan pokok tersebut menjamin terjadinya peningkatan asupannya bagi penduduk (Stein 2007). Biofortifikasi juga merupakan program yang komplementer dengan program diversifikasi pangan, suplementasi, dan fortifikasi (White dan Broadley 2009). Saat ini *HarvestPlus* berfokus pada tiga mikronutrien yang diakui oleh Organisasi Kesehatan Dunia sebagai pembatas bagi kesehatan manusia, yakni Fe, Zn, dan vitamin A (Pfeiffer dan McClafferty 2007) yang perlu diperbaiki melalui program biofortifikasi.

Dalam program HarvestPlus, ubi jalar hanya diarahkan untuk diperkaya kandungan beta-karotennya, dimanfaatkan untuk mengatasi defisiensi vitamin A (Bouis *et al*. 2011), namun karena di Indonesia tanaman ubi jalar termasuk tanaman lokal yang sangat penting untuk dikembangkan, maka melalui serangkaian penelitian biofortifikasi, tanaman ini perlu diperkaya dengan kandungan Fe dan Zn. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan mengevaluasi keragaan keturunan hasil persilangan antara klon-klon berpotensi hasil tinggi dan klon-klon kaya mikronutrien.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Universitas Brawijaya yang berlokasi di Desa Jatikerto, Kecamatan Kromengan, Kab. Malang, sejak Maret –Juli 2016. Tahapan penelitian ini menurut Gruneberg *et al.* (2010) termasuk pada tahapan penelitian *observational yield trial* yang mengevaluasi ribuan bibit (*seedling*) yang berasal dari *true seed*. Pada tahap ini dimungkinkan dilakukan percobaan tanpa ulangan dengan *augmented design* (Sharma 2006; Gruneberg *et al.* 2010).

Penelitian menggunakan 297 genotipe dari 422 genotipe keturunan hasil persilangan terkontrol antara empat induk yang mengandung kadar Fe dan Zn relatif tinggi dengan 10 kutivar lain yang mempunyai potensi hasil tinggi. Sejumlah genotipe tersebut dikelompokkan berdasarkan famili keturunan dari klon induk untuk pengkayaan kandungan Fe dan/atau Zn. Klon-klon induk tersebut meliputi BIS OP-61, Jago, Beta 2, dan Cangkuang hasil penelitian Lestari *et al.* (2013: Laporan hasil Penelitian Stranas) yang dipilih sebagai sumber gen untuk pengkayaan mikronutrien Fe dan Zn karena klon-klon tersebut memiliki kedua mikronutrien yang relatif tinggi dan bersifat stabil setelah melalui pengujian di dua lokasi yang berbeda. Dari ke empat klon tersebut dapat dibentuk 40 populasi *fullsib* dan 40 populasi *fullsib* resiproknya. Dari 40 famili populasi *fullsib* digabung dijadikan 4 famili *halfsib* berdasarkan ke-empat klon sebagai induk betina. Demikian juga untuk 40 famili *fullsib* resiproknya dikelompokkan menjadi 4 famili *halfsib* berdasarkan keempat klon sebagai induk jantan. Secara rinci masing-masing famili tersebut dengan masing-masing jumah genotipe keturunannya yang dievaluasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah genotipe per famili induk hasil persilangan pengkayaan kandungan mikronutrien

Tetua betina	Jumlah keturunan	Tetua jantan	Jumlah keturunan
BIS OP-61	77	BIS OP-61	35
Cangkuang	27	Cangkuang	40
Jago	30	Jago	35
Beta 2	30	Beta 2	23

Genotipe-genotipe dari masing-masing famili tersebut di atas berasal dari biji hasil persilangan yang disemaikan pada kantong-kantong plastik yang telah diisi tanah sebanyak + 0,25 kg. Setiap kantong ditanami 1 biji. Sebelum ditanam, biji direndam dalam asam sulfat pekat selama 10-20 menit, kemudian dicuci dengan air yang mengalir sampai bersih. Setelah berumur 30 hari bibit tanaman di *transplanting* ke lahan percobaan sebagai kutivar uji. Dengan demikian kultivar uji yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 297 genotipe. Di samping 297 genotipe dari delapan famili halfsib yang digunakan (Tabel 1), juga ditanam klon-klon induk yang meliputi BIS OP-61, Cangkuang, Jago, dan Beta 2 sebagai kultivar kontrol atau kultivar standar. Klon-klon induk ini diperbanyak menggunakan stek +25 cm panjangnya, ditanam bersama-sama dengan kultivar uji di lahan percobaan.

Percobaan untuk evaluasi individu dilaksanakan tanpa ulangan, ditanam selama satu musim tanam, ditanam dalam baris tanaman tunggal. Jumlah baris per set persilangan menyesuaikan jumlah biji yang disemaikan dan berhasil berkecambah. Klon tetua juga ditanam dalam petak percobaan sebagai tanaman kontrol untuk setiap set pasangan persilangan. Jarak tanam dalam barisan dan antar barisan selebar satu meter. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok *augmented* (Sharma 2006). Prinsip penggunaan rancangan ini membedakan antara kultivar uji dan kultivar kontrol. Kultivar uji terdiri dari banyak genotipe keturunan hasil persilangan, masing-masing genotipe ditanam sebagai individu tanaman tunggal; sebaliknya kultivar kontrol atau kultivar standar ditanam secara berulangan. Kultivar kontrol yang ditanam secara berulangan digunakan untuk mengestimasi pengaruh faktor lingkungan. Setiap famili kultivar uji ditanam dalam satu blok percobaan bersama-sama dengan semua kultivar kontrol. Dalam setiap blok jumlah stek kultivar kontrol yang ditanam masing-masing sebanyak delapan stek. Dengan demikian dalam penelitian ini terdapat delapan blok percobaan sesuai dengan jumlah famili halfsib yang dievaluasi dan blok percobaan sekaligus bertindak sebagai ulangan. Tanaman diamati secara individual dengan sifat yang diamati meliputi bobot segar umbi, bobot brangkasan, estimasi hasil umbi dan hasil brangkasan per hektar, kandungan Fe dan Zn pada umbi. Estimasi hasil umbi dan brangkasan per hektar dikerjakan berdasarkan asumsi jumlah populasi tanaman per hektar sebanyak 40 000 tanaman. Persiapan sampel dan analisis kandungan Fe dan Zn pada ubi jalar dilakukan berdasarkan metode yang diadaptasi dari Norbotten *et al*. (2000) dan pengukurannya dilakukan menggunakan AAS serta dianalisiskan di Balittanah Bogor.

Data dianalisis menggunakan metode *rancangan acak kelompok augmented* (Sharma 2006) seperti disajikan pada Tabel 2. Pada metode ini, ulangan atau replikasi hanya dikerjakan pada kultivar kontrol, sedangkan kultivar uji hanya ditanam sebagai tanaman tunggal atau tidak diulang. Analisis kultivar kontrol dilakukan untuk memperkirakan pengaruh faktor lingkungan (σ^2_E), sedangkan evaluasi kultivar uji digunakan untuk mengestimasi varians fenotipik (σ^2_P). Langkah penghitungannya seperti tahapan di bawah ini:

Menghitung pengaruh blok ke j (b_j) = $\frac{1}{C}(Y_j - \sum \overline{Y_{ij}} - \sum \chi_{ij})$

dimana C = jumlah kultivar standar (kontrol) yang diikutkan dalam pengujian, dalam percobaan ini terdapat 4 kultivar kontrol

$Y_{.j}$ = jumlah nilai kultivar kontrol dan kultivar uji pada seluruh blok ke-j

$\overline{Y_{ij}}$ = rerata nilai kultivar control

χ_{ij} = jumlah nilai kultivar uji pada blok ke-j

Nilai penyesuaian (*adjusted value*) untuk kultivar uji = nilai fenotip (x_i)

$x_i = X_i - b_j$ dimana X_i nilai yang belum terkoreksi, dan b_j = pengaruh blok

Menghitung pengaruh rerata (m),

$$m = \frac{1}{e}(GT-(b-1)\bar{C}-\sum_{1}^{b} n_j b_j$$

dimana n_j adalah jumlah kultivar uji pada blok ke-j dan b_j adalah pengaruh blok ke-j

Menghitung pengaruh kultivar kontrol ke-i (c_i),

$$c_i = \bar{C}_i - m$$

Menghitung nilai kultivar uji terkoreksi (*adjusted mean of test varieties*, V_i") danpengaruh genotip dengan rumus sebagai berikut:

Pengaruh nilai fenotip terkoreksi (V_i") = V_i % b_j, V_i adalah nilai kultivar uji yang belum dikoreksi. Pengaruh nilai genotip = V_i" – m, dimana m adalah pengaruh rerata. Data hasil perhitungan nilai fenotip dan genotip ini perlu ditabulasikan dalam melakukan analisis.

Tabel 2. Analisis ragam didasarkan pada rancangan acak kelompok augmented (Sharma 2006)

Sumber Variasi	df	Kuadrat tengah	F-hitung
Blok	b – 1	M1	M1/M6
Entries (E)	(c + v – 1)	M2	M2/M6
Kultivar kontrol (C)	c – 1	M3	M3/M6
Kultivar uji (V)	v – 1	M4	M4/M6
C × V	1	M5	M5/M6
Galat	(b – 1)(c – 1)	M6	
Total	N – 1	KK (%)	$\overline{Y}$

Catatan: N = bc + v; KK = koefisien keragaman; KK s^2_G = koefisien keragaman genetik;

Nilai KK (%) = $\frac{\sqrt{M_6}}{\overline{Y}} \times 100\% ; \overline{Y}$; $\overline{Y}$ = nilai rerata

Selanjutnya melakukan analisis ragam berdasarkan data kultivar uji dan kultivar kontrol yang telah dilakukan penyesuaian atau koreksi sesuai langkah (1) sampai dengan (4). Tahapan ini sesuai dengan prosedur Sharma (2006).

Jika ada perbedaan yang signifikan di antara kultivar yang diuji, genotipe terpilih ($\overline{Y}_v$) dibandingkan dengan rata-rata kultivar kontrol ($\overline{Y}_C$) ditambah dengan nilai BNT. Jika $\overline{Y}_v > (\overline{Y}_C +$ BNT), berbeda nyata pada tingkat = 0,05 atau sangat nyata pada α = 0,01 (Petersen, 1994). Nilai BNT untuk membedakan antar kultivar kontrol digunakan rumus = $t_{(\alpha,db\ galat)}\sqrt{\frac{2KTe}{b}}$; untuk membedakan antara kultivar uji digunakan rumus = $t_{(\alpha,db\ galat)}\sqrt{2KTe}$; untuk membedakan antara kultivar uji dan kultivar kontrol dalam satu blok digunakan rumus = $t_{(\alpha,db\ galat)}\sqrt{2KTe(1+\frac{1}{c})}$; dan untuk membedakan antara nilai rerata varietas kontrol dengan rerata kultivar uji digunakan rumus = $t_{(\alpha,db\ galat)}\sqrt{KTe(1+\frac{1}{b}+\frac{1}{c}+\frac{1}{bc})}$ dimana t adalah nilai t-tabel pada nilai dan nilai db galat, b = jumlah blok, c = jumlah kultivar kontrol dan N = bc + v.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keragaan Populasi Keturunan Hasil Persilangan

Hasil analisis ragam pada parameter pengamatan yang meliputi bobot umbi, bobot brangkasan per tanaman, dan hasil estimasinya per hektar serta kandungan mikronutrien (Fe dan Zn) disajikan pada Tabel 3. Hasil analisis ragam ini dikerjakan hanya pada data genotipe-genotipe terpilih berdasarkan kriteria hasil umbi ≥ 0.5 kg/tanaman, tidak dikerjakan terhadap seluruh genotipe keturunan hasil persilangan. Pada kedua tabel tersebut terlihat bahwa terdapat perbedaan keragaan bobot umbi dan brangkasannya serta hasil estimasinya per hektar maupun kandungan mikronutriennya di antara kultivar uji dengan kultivar kontrol satu sama lain (Tabel 3). Adanya perbedaan secara nyata di antara kultivar uji memungkinkan adanya pilihan terhadap genotipe-genotipe hibrida hasil persilangan terkontrol yang dikelompokkan dalam set famili halfsib berdasarkan induk (BIS OP-61, Cangkuang, Jago, dan Beta 2) masing-masing sebagai induk betina atau induk jantan. Keragaan dari masing-masing kultivar kontrol dan kultivar uji disajikan pada Tabel 4 dan 5.

Diantara kultivar kontrol juga terdapat perbedaan pada parameter bobot umbi, bobot brangkasan, maupun hasil estimasinya ke ton per hektar (Tabel 4), namun tidak terdapat perbedaan kandungan Fe maupun kandungan Zn pada umbi di antara kultivar control (Tabel 5). Demikian pula di antara kultivar-kultivar uji, yang berupa genotipe-genotipe hibrida keturunan hasil persilangan dari setiap famili (Tabel 4 dan 5) pada semua parameter pengamatan terdapat perbedaan yang sangat nyata.

Perbedaan keragaan genotipe-genotie pada kultivar uji memberi peluang memilih genotipe-genotipe yang diinginkan berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Dalam penelitian ini kriteria yang dipilih adalah potensi hasil tinggi berdasarkan bobot umbi≥ 0.5 kg/tanaman dan kandungan mikronutrien tinggi berdasarkan kriteria yang ditetapkan oleh program *HarvestPlus* dalam program pengembangan ubi jalar *biofortified* (Bouis dan Welch, 2010), yakni ≥ 85 μg Fe/g dan ≥ 70 μg Zn/g berdasar bobot kering umbi. Satuan μg/g sama dengan mg/kg. Berdasarkan kriteria tersebut maka dapat dipilih beberapa genotipe seperti disajikan pada Tabel 7.

Keragaan Potensi Hasil Umbi

Kisaran bobot umbi dari semua famili halfsib keturunan hasil persilangan yang disajikan pada Tabel 6 memperlihatkan adaya nilai nol (0 kg/tanaman). Hal tersebut dapat dijelaskan bahwa tidak semua genotip keturunan persilangan dapat menghasilkan umbi, sehingga diperoleh nilai bobot umbi nol (0).

Tabel 3. Analisis ragam keragaan bobot umbi dan bobot brangkasan serta hasil estimasinya per hektar pada kultivar uji terpilih berasal dari delapan famili halfsib hasil persilangan terkontrol

Sumber Variasi	db	Kuadrat tengah					
		Bobot umbi (kg/tanaman)	Estimasi hasil umbi t/ha	Bobot brangkasan (kg/tan)	Estimasi hasil brangkasan (t/ha)	Kandungan Fe umbi (mg/g)	Kandungan Zn umbi (mg/g)
Blok	7	0.151 **	241.185 **	0.179 **	285.868 **	16673.195 **	6.740 **
Entries	56	0.351 **	560.599 **	0.387 **	618.403 **	14339.590 **	3.664 **
Kultivar kontrol (C)	3	0.096 **	153.339 **	0.009 **	15.181 *	1465.281 ns	0.865 ns
Kultivar uji (V)	52	0.114 **	182.296 **	0.230 **	368.408 **	15245.233 **	3.372 **
C vs V	1	13.418**	21454.153**	9.642 **	15427.803**	5869.075 *	27.258 *
Galat	21	0.003	5.918	0.002	3.377	1125.186	0.603
		0.791	31.632	0.605	24.214	154.141	6.447
KK (%)		7.23	7.69	7.59	7.59	21.76	12.04

Keterangan: * = berbeda nyata, ** = berbeda sangat nyata

Tabel 4. Keragaan bobot umbi, bobot brangkasan dan estimasinya hasil per hektar pada kultivar kontrol dan kultivar uji terpilih pada famili *halfsib* hasil persilangan terkontrol

Kultivar kontrol/uji	Bobot umbi (kg/tan)		Estimasi hasil umbi (t/ha)		Bobot brangkasan (kg/tan)		Estimasi hasil brangkasan (t/ha)	
BIS OP-61	0,185	a	7,405	a	0,138	a	5,535	a
Cangkuang	0,178	a	7,130	a	0,099	a	3,950	a
Jago	0,414	c	16,550	c	0,173	b	6,935	b
Beta 2	0,263	b	10,530	b	0,169	b	6,755	b
Rerata kultivar kontrol	0,260		10,404		0,145		5,794	
BNT_1 0,05	0,059		2,530		0,048		1,911	
BNT_1 0,01	0,081		3,443		0,065		2,601	
Fam HS BIS OP-61 ♀	1,224	c	48,947	c	0,627	a	25,093	a
Fam HS BIS OP-61 ♂	1,169	bc	46,770	bc	1,045	bc	41,790	bc
Fam HS Cangkuang ♀	1,207	c	48,275	c	0,975	b	39,000	b
Fam HS Cangkuang ♂	0,928	a	37,102	a	1,000	b	40,000	b
Fam HS Jago ♀	1,029	ab	41,160	ab	0,615	a	24,613	a
Fam HS jago ♂	0,914	a	36,567	a	0,680	a	27,180	a
Fam Beta 2 ♀	1,112	b	44,462	b	0,951	b	38,022	b
Fam HS Beta 2 ♂	1,325	c	53,016	c	1,143	c	45,736	c
Rerata kultivar uji	1,113		44,537		0,879		35,179	
BNT_2 0,05	0,168		7,156		0,135		5,406	
0,01	0,229		9,739		0,184		7,358	
BNT_3 0,05	0,188		8,000		0,151		6,044	
BNT_3 0,01	0,256		10,889		0,206		8,226	
BNT_4 0,05	0,141		6,000		0,113		4,533	
BNT_4 0,01	0,192		8,167		0,154		6,170	

Keterangan: BNT_1 = pembeda antar kultivar control; BNT_2 = pembeda antar kultivar uji; BNT_3 = Pembeda antar entries dalam satu blok; BNT_4 = Pembeda antar kultivar uji dengan kultivar control; huruf yang berbeda pada kolom yang sama untuk masing-masing pada baris kultivar control dan kultivar uji berbeda satu sama lain

Beberapa genotipe yang mempunyai bobot umbi nol (0 kg) tersebut disebabkan tanaman tidak membentuk umbi, atau membentuk umbi tetapi berukuran kurang dari 50 g/umbi atau hanya membentuk umbi pensil. Dari nilai kisaran yang disajikan, kemudian setiap famili juga dipilah yang memenuhi kriteria bobot umbi ≥ 0.5 kg/tanaman, ≥ 0.75 kg/tanaman, ≥ 1.0 kg/tanaman atau ≥ 1.5 kg/tanaman. Kriteria tersebut dimaksudkan untuk memberi gambaran berapa banyak genotipe dapat

Tabel 5. Keragaan kandungan Fe dan Zn pada kultivar kontrol dan kultivar uji terpilih pada famili *halfsib* hasil persilangan terkontrol

Kultivar kontrol/uji	Kandungan Fe umbi (µg Fe/g umbi)		Kandungan Zn umbi (µg Zn/g umbi)	
BIS OP-61	126,125	a	5,000	a
Cangkuang	99,875	a	5,625	a
Jago	101,375	a	5,125	a
Beta 2	96,750	a	5,625	a
Rerata kultivar kontrol	106,031		5	
BNT_1 0,05	34,886		0,807	
BNT_1 0,01	47,481		1,099	
Fam HS BIS OP-61 ♀	148,667	a	5,344	a
Fam HS BIS OP-61 ♂	412,750	c	6,000	b
Fam HS Cangkuang ♀	150,625	a	8,000	a
Fam HS Cangkuang ♂	148,667	a	6,250	a
Fam HS Jago ♀	162,667	a	6,222	a
Fam HS Jago ♂	145,667	a	6,333	b
Fam HS Beta 2 ♀	220,556	b	7,333	b
Fam HS Beta 2 ♂	166,000	a	9,000	b
Rerata kultivar uji	194,450		8,200	
BNT_2 0,05	98,671		2,284	
0,01	134,297		3,108	
BNT_3 0,05	110,318		2,553	
BNT_3 0,01	150,149		3,475	
BNT_4 0,05	82,738		1,915	
BNT_4 0,01	112,612		2,606	

Keterangan: BNT_1 = pembeda antar kultivar control; BNT_2 = pembeda antar kultivar uji; BNT_3 = Pembeda antar entries dalam satu blok; BNT_4 = Pembeda antar kultivar uji dengan kultivar control; huruf yang berbeda pada kolom yang sama untuk masing-masing pada baris kultivar control dan kultivar uji berbeda satu sama lain

dipilih berdasarkan masing-masing kriteria. Kriteria bobot umbi ≥ 0.5 kg/tanaman setara dengan hasil umbi 20 t/ha, ≥ 0.75 kg/tanaman setara 30 t/ha, ≥ 1.0 kg/tanaman setara 40 t/ha, atau ≥ 1.5 kg/tanaman setara 60 t/ha dengan asumsi jumlah populasi tanaman sebanyak 40 000 tanaman/ha.

Distribusi frekuensi dari semua genotipe keturunan hasil persilangan terkontrol secara resiprokal dapat dilihat pada Gambar 1. Terlihat pada grafik sebelah kiri pada Gambar 1 tersebut merupakan populasi keturunan hasil persilangan dengan klon-klon kaya mikronutrien sebagai induk betina, sedangkan grafik yang sebelah kanan keturunan dari klon-klon yang sama sebagai induk jantan.

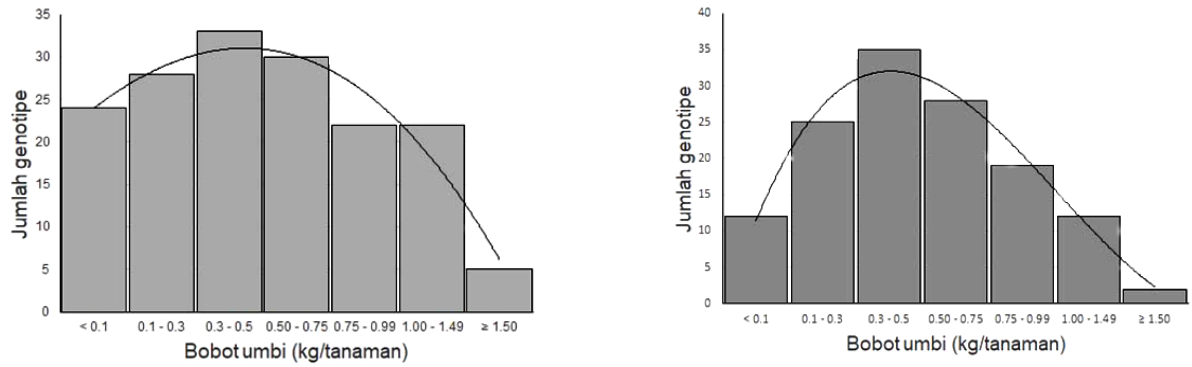
Keragaan potensi hasil umbi pada ke-4 famili *halfsib* keturunan hasil persilangan pada posisi sebagai induk betina (♀) berbeda secara relatif dari famili keturunan persilangan resiproknya (♂) (Tabel 6). Rata-rata dari famili keturunan induk betina dapat menghasilkan jumlah genotipe terpilih yang lebih banyak, baik pada kriteria bobot umbi ≥ 0,5 kg/tanaman, ≥ 0,75 kg/tanaman, ≥ 1,0 kg/tanaman, maupun ≥ 1,5 kg/tanaman, kecuali pada kultivar induk Jago, Perbedaan keragaan famili keturunan dari persilangan ke empat kultivar pada posisi sebagai induk betina atau induk jantan memperlihatkan adanya pengaruh induk betina. Hasil penelitian Lin *et al.* (2007) juga menemukan pengaruh induk betina pada penelitian ubi jalar untuk berbagai parameter hasil umbi dan kualitas kandungan nutrisinya (protein). Dengan demikian, pemilihan induk betina pada pemuliaan ubi jalar untuk hasil umbi maupun kualitasnya dapat secara efektif memperbaiki skema seleksinya. Hasil penelitian ini mendukung hasil penelitian Lin *et al.* (2007) tersebut, diperlihatkan pada parameter pengamatan yang disajikan pada Tabel 4 dan 5, pada rerata bobot umbi, bobot brangkasan dan estimasinya dalam satuan hektar, maupun pada kandungan mikronutien. Demikian juga pada penelitian Rukundo *et al.* (2017) pada parameter hasil umbi dan brangkasan ubi jalar serta warna kulit dan daging umbi maupun kadar bahan kering umbinya juga terdapat pengaruh induk betina. Adanya pengaruh induk betina membawa implikasi dalam penentuan skema seleksinya. Kultivar induk untuk sumber gen kaya mikronutrien sebaiknya diletakkan sebagai induk

Tabel 6. Kisaran bobot umbi dan jumlah genotipe terseleksi dari delapan famili halfsib keturunan persilangan berdasarkan ukuran bobot umbi per tanaman

Famili halfsib	N	Kisaran bobot umbi (kg/tanaman)	Jumlah genotipe terpilih dengan kriteria bobot segar umbi			
			≥ 0,50 kg/tanaman	≥ 0,75 kg/tanaman	≥ 1,00 kg/tanaman	≥ 1,50 kg/tanaman
BIS OP-61 (♀)	77	0 – 1,619	34	18	11	1
BIS OP-61 (♂)	35	0 – 1,341	15	9	3	0
Cangkuang (♀)	27	0 – 1,908	15	7	2	1
Cangkuang (♂)	40	0 – 1,558	14	6	6	1
Jago (♀)	30	0 – 1,215	10	6	1	0
Jago (♂)	35	0 – 1,361	22	9	2	0
Beta 2 (♀)	30	0 – 1,632	20	14	8	2
Beta 2 (♂)	23	0 – 2,218	10	9	3	1

Tabel 7. Keragaan komponen hasil dan kandungan mikronutrien pada genotipe terpilih

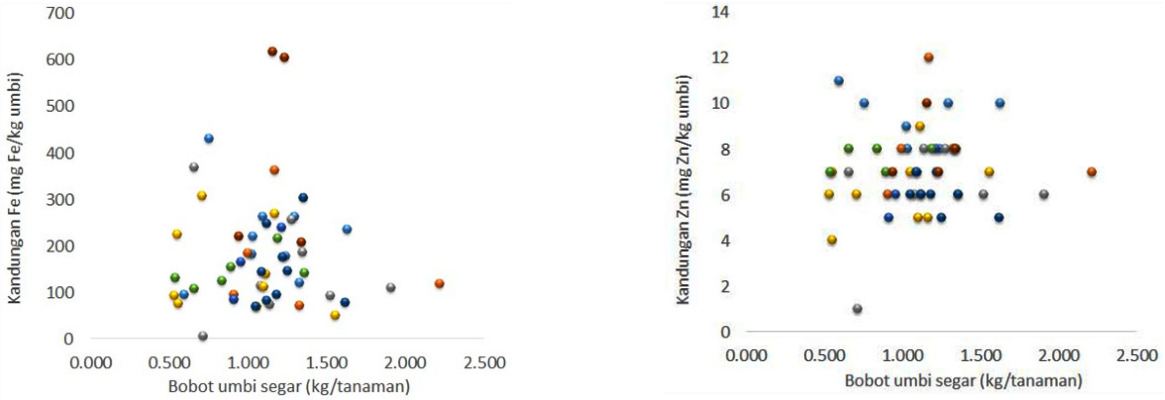
Genotipe	Jumlah umbi	Bobot umbi (kg/tan)	Bobot brangkasan (kg/tan)	Kandungan Fe (mg/kg dwb)	Kandungan Zn (mg/kg dwb)
Beta 2-♀-15	3	0,756	1,064	431	10
Beta 2-♀-7	5	1,299	1,088	262	10
Beta 2-♀-29	7	1,631	1,720	235	10
Beta 2-♀-12	2	0,598	0,520	95	11
Beta 2-♂-22	6	1,173	1,004	362	12
BIS OP61-♂-8	5	1,161	1,322	618	10



Gambar 1. Distribusi frekuensi dari 297 genotipe keturunan yang berasal dari persilangan terkontrol secara resiprokal antara 10 klon berpotensi hasil tinggi dengan empat klon kaya mikronutrien pada parameter bobot umbi per tanaman (kiri: keturunan kultivar kaya mikronutrien sebagai induk betina; kanan: keturunan kultivar kaya mikronutrien sebagai induk jantan)

betina dalam persilangan terkontrol dan seleksi keturunannya hanya difokuskan pada keturunan dari induk betina saja. Implikasi lebih lanjut adalah penggunaan sistem persilangan polycross menjadi lebih efisien secara teknis dalam program biofortifikasi ubi jalar.

Dengan demikian, diantara 297 genotipe yang dievaluasi terdapat sejumlah genotipe pilihan, di mana sebanyak 140 genotipe mempunyai hasil umbi ≥0,5 kg/tanaman dan enam genotipe diantaranya mempunyai bobot umbi ≥1,5 kg/tanaman (≈ 60 t/ha). Keenam genotipe yang mempunyai bobot umbi ≥1.5 kg/tanaman meliputi Cangkuang -♀-23, Cangkuang -♂-26, BIS OP61-♀-36, Beta 2-♀-29, Cangkuang -♀-8, dan Beta 2-♂-2. Dari keenam genotipe ini yang mana yang dapat dipilih yang memenuhi kriteria tambahan kandungan mikronutrien tinggi, dijelaskan pada sub-bab selanjutnya.



Gambar 2. Keragaan potensi hasil dan kandungan mikronutien (Fe dan Zn) pada genotipe hasil persilangan terkontrol

Keragaan Hasil Umbi dan Kandungan Mikronutrien pada Keturunan Hasil Persilangan

Keragaan karakter gabungan hasil umbi dan kandungan mikronutrien (Fe dan Zn) pada genotipe-genotipe terpilih berdasarkan bobot umbi ≥ 0,5 kg/tanaman dapat dilihat pada Gambar 2. Keragaan kandungan Fe mempunyai rentang yang lebar, berkisar antara 5–618 mg Fe/kg umbi dan kandungan Zn berkisar antara 1–12 mg Zn/kg umbi berdasarkan bobot kering umbi. Menurut Bouis dan Welch (2010) bahwa kriteria kandungan Fe dan Zn yang ditargetkan oleh *HarvestPlus* sebesar masing-masing ≥ 85 mg Fe dan ≥ 70 mg Zn per kg umbi berdasar bobot kering umbi. Dengan demikian berdasarkan kriteria gabungan bobot umbi ≥ 0,5 kg/tanaman dan kriteria kandungan Fe dan Zn tinggi menurut Bouis dan Welch (2010) dapat diseleksi sejumlah genotipe, meskipun genotipe-genotipe yang terpilih masih belum memenuhi kedua kriteria untuk kandungan Fe dan kandungan Zn (Tabel 7). Genotipe-genotipe yang terpilih memiiki potensi hasil umbi ≥ 0.5 kg/tanaman (≈ 20 t/ha) dan kandungan Fe tinggi saja (≥85 mg Fe/kg umbi). Apabila kandungan Zn diturunkan kriterianya menjadi ≥ 10 mg Zn per kg umbi, maka masih dapat dipilih cukup banyak genotipe yang memenuhi kriteria.

Ketika kriteria hasil umbi dinaikkan menjadi ≥ 1.5 kg/tanaman (≈ 60 t/ha) dan kriteria kandungan Fe tetap (≥ 85 mg Fe/kg umbi), tetapi kriteria kandungan Zn diturunkan menjadi (≥ 10 mg Zn per kg umbi), maka masih dapat dipilih satu genotip kaya kaya mikronutrien Fe dan Zn, yakni genotipe Beta 2-♀-29. Berdasarkan pertimbangan praktis, maka genotipe yang dipilih yang memenuhi kriteria potensi hasil tinggi apabila hasil umbinya ≥ 0,5 kg/tanaman dan kriteria kandungan Fe (≥85 mg Fe/kg umbi) serta kriteria kandungan Zn ≥ 10 mg Zn per kg umbi, sehingga dapat dipilih 6 genotipe unggulan. Keenam genotipe terpilih tersebut adalah Beta 2-♀-15, Beta 2-♀-7, Beta 2-♀-29, Beta 2-♀-12, Beta 2-♂-22, dan BIS OP61-♂-8; masing-masing merupakan keturunan dari Beta 2 dan BIS OP-61. Empat kultivar pertama merupakan keturunan dari persilangan dengan Beta 2 sebagai induk betina; dua kultivar terakhir masing-masing merupakan keturunan dari persilangan dengan Beta 2 dan BIS OP-61 sebagai induk jantan. Beta 2 merupakan varietas yang mempunyai kandungan beta-karoten tinggi dan telah dilepas, sedangkan klon BIS OP-61 merupakan keturunan hasil persilangan terbuka dari BIS 214 yang merupakan klon introduksi dari Nigeria (Lestari 2006).

KESIMPULAN

Berdasarkan kriteria gabungan potensi hasil tinggi dan kandungan mikronutrien tinggi, maka di antara 297 genotipe keturunan hasil persilangan dapat dipilih enam genotipe, meliputi Beta 2-♀-15, Beta 2-♀-7, Beta 2-♀-29, Beta 2-♀-12, Beta 2-♂-22, dan BIS OP61-♂-8. Genotipe-genotipe yang terpilih tersebut hanya memenuhi potensi hasil umbi dan kandungan Fe tinggi saja, sedangkan kandungan Zn-nya masih rendah. Karakteristik ke enam genotipe yang dimaksud adalah kisaran hasil umbi antara 0,598 – 1,631 kg/tanaman dan kandungan Fe dan Zn-nya masing-masing berkisar antara 95–618 mg Fe/kg umbi dan 10–12 mg Zn/kg umbi berdasar bobot kering umbi. Pengaruh induk betina terlihat pada karakter hasil umbi dan brangkasan maupun kandungan mikronutrien pada umbi, membawa implikasi dalam penentuan skema seleksinya. Kutivar induk untuk sumber gen kaya mikronutrien sebaiknya diletakkan sebagai induk betina dalam persilangan terkontrol dan seleksi keturunannya hanya difokuskan pada keturunan dari induk betina saja. Implikasi lebih lanjut adalah penggunaan sistem persilangan polycross menjadi lebih efisien secara teknis dalam program biofortifikasi ubi jalar.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada DRPM-Kemenristek Dikti yang telah mendanai pelaksanaan penelitian ini melalui Program Kompetitif Hibah Penelitian Strategis Nasional Tahun 2015-2017. Hal serupa disampaikan kepada Balitkabi yang telah menyediakan beberapa varietas ubi jalar yang telah dilepas dan FP-UB yang mengijinkan penulis melaksanakan penelitian dan menyimpan koleksi klon-klon ubi jalar hasil penelitian yang digunakan dalam penelitian ini, serta Balittanah yang telah membantu melakukan analisis kandungan Fe dan Zn untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Bailey RL, West Jr KP, Black RE. 2015. The epidemiology of global micronutrient deficiencies. Ann.Nutr.Metab.66 (Suppl 2): S22-S33.

Bouis HE, Hotz C, McClafferty B, Meenakshi JV, Pfeiffer WH. 2011. Biofortification: a new tool to reduce micronutrient malnutrition. Food and nutrition bulletin 32(1_suppl1): S31-S40.

FAO/WHO. 2004. Human Vitamin and Mineral Requirements. Report of a Join FAO/WHO expert consultation. Rome.

Harahap R, Lubis Z, Ardiani F. 2015. Gambaran perilaku sadar gizi pada keluarga yang memiliki balita gizi kurang dan gizi buruk di wilayah kerja Puskesmas Desa Lalang. Gizi, Kesehatan Reproduksi dan Epidemiologi 1(4): 1-10.

Hotz C, Brown K. 2004. Assessment of the risk of zinc deficiency in populations and options for its control. Food Nutr Bull 25 (Suppl): S96– S203.

Keatinge JDH, Waliyar F, Jamnadas RH, Moustafa A, Andrade M, Drechsel P, Hughes J, Kadirvel P, Luther K. 2010. Relearning old lessons for the future of food%by bread alone no longer: diversifying diets with fruit and vegetables. Crop Science 50 (Supplement_1): S51-S62.

Kennedy G, Nantel G, Shetty P. 2003. The scourge of "hidden hunger": global dimensions of micronutrient deficiencies. Food Nutrition and Agriculture 32: 8-16.

Lestari SU, Basuki N. 2015. Perakitan Ubijalar Kaya Besi dan Zinc untuk Diversifikasi Bahan Pangan dan Menurunkan Malnutrisi Gizi Mikro. Laporan Penelitian Stranas. Univ.Tribhuwana Tunggadewi. Malang.

Lestari SU. 2006. Pembentukan populasi unit seleksi, pewarisan dan pengaruh musim pada protein umbi tanaman ubijalar. Disertasi. Program Pascasarjana-UB. Malang. 137p.

Lestari SU, Basuki N. 2013. Pengembangan tanaman ubijalar kaya besi dan seng dalam rangka menurunkan malnutrisi gizi mikro. Laporan Hasil Penelitian Stranas. Univ.Tribhuwana Tunggadewi. Malang.

Lestari SU, Basuki N. 2015. Perakitan Ubijalar Kaya Besi dan Zinc untuk Diversifikasi Bahan Pangan dan Menurunkan Malnutrisi Gizi Mikro. Laporan Penelitian Stranas. Univ.Tribhuwana Tunggadewi. Malang.

Lin KH, Lai YC, Chang KY, Chen YF, Hwang SY, Lo HF. 2007. Improving breeding efficiency for quality and yield of sweet potato. Botanical Studies 48: 283-292.

Mayer JE, Pfeiffer WH, Beyer P. 2008. Biofortified crops to alleviate micronutrient. Current Opinion in Plant Biology 11: 166-170.

McGuire S. 2015. *The state of food insecurity in the world 2015: meeting the 2015 international hunger targets: taking stock of uneven progress.* FAO, IFAD, and WFP. Rome.

Peterson CJ, Graybosch RA, Shelton DR and Banziger PS. 1998. Baking quality of hard winter wheat: response of cultivars to environment in the great plains. Euphytica 100: 157-162.

Pfeiffer WH, McClafferty B. 2007. HarvestPlus: breeding crops for better nutrition. Crop Science 47 (Supplement_3): S88-S105.

Rukundo P, Shimelis HM, Laing M, Gahakwa D. 2017. Combining ability, maternal effects, and heritability of drought tolerance, yield and yield components in sweetpotato. Frontiers in Plant Science 7: 1-14.

Sharma JR. 2006. Statistical and biometrical techniques in plant breeding. Reprint. New Age International Ltd. Publishers, New Delhi.

Sharma P, Dwivedi S, Singh D. 2016. Global poverty, hunger, and malnutrition: a situational analysis. In Biofortification of Food Crops (pp. 19-30). Springer India.

Stein AJ. 2007. Cost-effectiveness of biofortification. In Micronutrient Deficiencies: Can Agriculture Meet the Challenge? FAO Regional Office for the Near East, Cairo: 11-13 December (http://www.ajstein.de/presentation/SteinFAO 2007.pdf).

Tulchinsky TH. 2015. The key role of government in addressing the pandemic of micronutrient deficiency conditions in Southeast Asia. Nutrients 7(4): 2518-2523.

UN-SCN. 2004. 5th Report on the World Nutrition Situation. United Nations, Standing Committee on Nutrition, Geneva.

Welch RM. 2000. Micronutrients, agriculture and nutrition: linkages for improved health and well being. USDA-ARS, US Plant, Soil and Nutrition Laboratory. Ithaca, New york.

Welch RM. 2002. The impact of mineral nutrients in food crops on global human health. Plant and Soil 247: 83-90.

White PJ, Broadley MR. 2009. Biofortification of crops with seven mineral elements often lacking in human diets–iron, zinc, copper, calcium, magnesium, selenium and iodine. New Phytologist 182(1): 49-84.

WHO. 2002. The world health report 2002 – reducing risks, promoting healthy life. World Health Organization, Geneva. Available at: http://www.who.int/whr/2002/ (Last accessed on February 16, 2012).

Buletin Palawija Vol. 15 No. 2: 88–101 (Oktober 2017)

Penerapan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) pada Tanaman Kedelai

Application of Integrated Pest Management (IPM) on Soybean

Sri Wahyuni Indiati dan Marwoto

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi
Jalan Raya Kendalpayak Km. 8 Malang Kotak Pos 66 Malang 65101
Email: sw_indiati@yahoo.com

Naskah diterima 22 Maret 2017; disetujui untuk diterbitkan 28 Desember 2017

ABSTRAK

Pengendalian Hama Terpadu (PHT) memberi ruang dan hak kehidupan bagi semua komponen biota ekologi tanpa menyebabkan terjadinya kerusakan pada tanaman yang dibudidayakan. Sasaran pengendalian hama terpadu adalah mengurangi penggunaan pestisida kimia dengan memadukan berbagai komponen teknik pengendalian hayati dan aplikasi kimiawi jika teknik pengendalian lain tidak mampu menekan populasi hama. Pada tahun 1986 Pemerintah mengeluarkan Instruksi Presiden Nomor 3 Tahun 1986 yang menjadi tonggak sejarah PHT di Indonesia,yaitu tentang larangan penggunaan 57 formulasi pestisida kimia untuk tanaman padi. Perkembangan selanjutnya adalah UU No 12 Tahun 1992 tentang sistem budidaya tanaman yang menyatakan bahwa perlindungan tanaman dilaksanakan dengan sistem PHT. Pengendalian hama pada tanaman kedelai hingga kini masih bertumpu pada penggunaan pestisida kimia, sedangkan cara pengendalian yang lain masih belum banyak dilakukan. Penggunaan pestisida kimia secara berlebihan berdampak pada timbulnya resistensi hama sasaran, dan pencemaran lingkungan pertanian, sehingga PHT perlu dilakukan. PHT pada tanaman kedelai merupakan teknik pengelolaan keseimbangan lingkungan pertanian melalui ekologi dan efisiensi ekonomi dalam rangka pengelolaan ekosistem yang berwawasan lingkungan yang berkelanjutan. Strategi PHT adalah mensinergikan semua teknik atau metode pengendalian hama dan penyakit yang kompatibel didasarkan pada asas ekologi dan ekonomi. Prinsip operasional yang digunakan dalam PHT adalah (1) budidaya tanaman sehat, (2) penyeimbangan komponen ekobiota lingkungan, (3) pelestarian musuh alami, (4) pemantauan ekosistem secara terpadu, dan (5) mewujudkan petani aktif sebagai ahli PHT.

Kata kunci : PHT, hama, kedelai

ABSTRACT

Integrated Pest Management (IPM) provides space and life right for all components of ecological biota without causing the occurrence of damage to the cultivated crops. The goal of integrated pest management is to reduce the use of chemical pesticides by combining various components of biological control and chemical application if the other management technique is not able to reduce the pest population. In 1986 the government issued Presidential Instruction No. 3 of 1986 which became a milestone in the IPM in Indonesia regarding the ban of the use of 57 formulations of pesticides to control pests of rice. The next development is the issuing of Act No. 12 of 1992 on plant cultivation system which states that the plant protection is implemented by a system of IPM. Pest control in soybean crop is still concentrated in the use of chemical pesticides, while the other control techniques are still not implemented yet. The excessive use of chemical pesticides affects the appearing of the target pest resistance, and agricultural environmental pollution. As of that the application of IPM needs to be done. IPM of soybean crop is a management technique of the balance of agricultural environment through ecological balance and economic efficiency in the frame of management of environmentally sustainable ecosystem. The strategy of IPM is to synergize all of the techniques or methods to control the compatible pests and diseases that based on the principles of ecology and economics. The operational principle used in IPM is (1) cultivation of healthy plants, (2) balancing environmental ecobiota component, (3) preservation of natural enemies, (4) integrated ecosystem monitoring, (5) realizing active farmers as IPM experts.

Keywords: IPM, Pest, Soybeans

PENDAHULUAN

Salah satu ancaman dalam upaya peningkatan produksi kedelai adalah serangan hama. Di Indonesia telah teridentifikasi 266 jenis serangga yang berasosiasi dengan tanaman kedelai yang terdiri dari 111 jenis serangga hama, 53 jenis serangga yang berstatus kurang penting, 61 jenis serangga predator dan 41 jenis serangga parasit (Okada *et al*. 1988). Diantara 111 jenis serangga hama tersebut, tercatat 50 jenis hama perusak daun, namun yang berstatus hama penting hanya 9 jenis. Kehilangan hasil kedelai akibat serangan hama dapat mencapai 80%, bahkan pada kerusakan berat dapat menyebabkan puso.

Usaha pengendalian yang dilakukan terhadap serangan hama masih bertumpu pada aplikasi pestisida kimia. Di mancanegara banyak insektisida

telah digunakan untuk mengendalikan hama kutu kebul (*Bemisia tabaci*) dengan Acetamiprid (Zabel *et al.*, 2001, Luo *et al.*, 2010), Buprofezin, Diafenthiuron (Gerling and Naranjo, 1998) dan Karbosulfan (Manzano *et al.*, 2003). Namun demikian pengendalian menggunakan insektisida-insektisida tersebut belum mampu menekan *Bemisia tabaci* secara efektif, demikian pula insektisida berbahan aktif imidacloprid, thiamethoxam, pyriproxyfen, buprofezin, pyridaben dan pymetrozin dilaporkan juga belum mampu mengendalikan hama *B. tabaci* bahkan insektisida-insektisida tersebut dilaporkan telah menimbulkan resitensi (Palumbo *et al*. 2001; Fernandez *et al*. 2009; Luo *et al*. 2010). Di Indonesia, Setiawati *et al.* (2007) melaporkan bahwa Teflubenzuron 50 EC, Permetrin 25 EC, Imidakloprid 200 SL, dan Metidation 25 WP merupakan jenis bahan aktif insektisida yang terefektif untuk *B. tabaci* dan selektif terhadap predator *M. sexmaculatus* dengan nilai *selectivity ratio* (SR) <1. Sedangkan jenis insektisida dengan bahan aktif Tiametoksan 25 WG dan Sipermetrin + Klorpirifos 500/50 EC tidak selektif dan membahayakan predator *Menochilus sexmaculatus* dengan nilai SR >1.

Gagasan untuk mengurangi dan membatasi penggunaan pestisida kimia dalam upaya pengendalian hama supaya dapat mengurangi dampak samping yang merugikan telah lama dibahas oleh pakar-pakar dunia demikian pula di Indonesia. Konsep pengendalian hama secara terpadu (*Integrated Pest Control =IPM*) pertama dikemukakan oleh Stern *et al*. (1959) yaitu pengendalian dengan sistem kombinasi rasional antara penggunaan pestisida kimia dan pengendalian alami serta cara pengendalian yang lain untuk mengendalikan populasi hama. Empat elemen dasar dalam IPM yang dikemukakan Stern *et al*. (1959) yaitu:,(1) penentuan ambang kendali untuk menentukan saat perlunya dilakukan tindakan pengendalian, (2) *sampling* untuk menentukan titik kritis tanaman atau stadium pertumbuhan hama, (3) pemahaman tentang kemampuan pengendalian alami yang ada, dan (4) penggunaan jenis insektisida yang selektif dan cara aplikasinya. Konsep yang sama di Indonesia dikenal sebagai PHT (Oka 2005), dengan sasaran mengurangi penggunaan pestisida kimia yang dipadukan dengan komponen pengendalian lainnya. Dalam UU No. 12 Tahun 1992 tentang Sistem Budidaya Tanaman, PHT memperoleh dukungan yang kuat. Strategi pengendalian hama yang dapat digunakan dalam PHT yaitu: (1) mengusahakan pertumbuhan tanaman sehat, (2) pengendalian hayati, (3) penggunaan varietas tahan, (4) pengendalian secara mekanik, (5) pengendalian secara fisik, (6), pengendalian dengan menggunakan senyawa kimia semio (*semiochemicals*) yaitu dengan memanfaatkan senyawa kimia alami yang dihasilkan oleh organisme tertentu untuk mempengaruhi sifat serangga hama, (7) pengendalian secara genetik, dan (8) penggunaan pestisida kimia.

PENGENDALIAN HAMA KEDELAI DI TINGKAT PETANI

Pola pengendalian hama di tingkat petani secara evolusi dalam hubungannya dengan budidaya tanaman pada umumnya melalui beberapa tahapan (Untung 2006).

Tahapan permulaan, sebagian besar petani mengusahakan lahan pertaniannya untuk memenuhi kebutuhan sendiri. Pada tahapan ini petani tidak menggunakan masukan produksi seperti pupuk dan pestisida kimia, sehingga produktivitasnya masih rendah. Cara pengendalian hama yang biasa dilakukan pada saat itu dengan cara mekanik, fisik atau bercocok tanam. Pada tanaman kedelai tahapan ini berlaku hingga akhir tahun 1960 an.

Tahap berikutnya adalah "budidaya secara intensif", pada tahap ini usaha tani telah berkembang, lahan menjadi luas dengan tujuan memperoleh tingkat produktivitas tinggi. Hasil pertanian dipasarkan di dalam atau luar negeri. Perubahan tujuan dari tahapan permulaan ke tahapan intensif mengakibatkan penggunaan teknologi modern semakin intensif termasuk penggunaan pupuk dan pestisida kimia. Pada tahapan ini petani memperoleh peningkatan produksi yang nyata. Kenyataan ini semakin mendorong peningkatan penggunaan pestisida dan masukan produksi lainnya.

Tahapan kritis, setelah beberapa waktu petani berada pada tahap eksploitasi, semakin dirasakan bahwa untuk memperoleh hasil pengendalian yang sama diperlukan penggunaan pestisida kimia yang semakin sering dengan dosis yang terus meningkat. Biaya pengendalian hama semakin meningkat dan keuntungan yang diperoleh semakin menurun. Kondisi ini disebut tahap kritis.

Tahapan kritis yang berkelanjutan akan memasuki tahap yang tidak diinginkan yaitu tahapan bencana. Pada tahapan ini pengendalian hama dengan pestisida sudah tidak lagi mendatangkan keuntungan. Biaya yang dikeluarkan untuk pengendalian hama untuk membeli pestisida semakin meningkat, tetapi serangan hama tidak semakin berkurang bahkan terus meningkat. Petani berusaha meningkatkan frekuensi dan dosis penyemprotan. Pada daerah yang petaninya mempunyai kemampuan

modal yang cukup, hampir 90% petani menggunakan insektisida kimia sebagai alat utama untuk mengendalikan hama. Di beberapa daerah ada yang sangat intensif menggunakan insektisida dengan dosis dan frekuensi tinggi dan ada pula yang kurang atau di bawah dosis yang dianjurkan. Kedua cara tersebut berdampak negatif, selanjutnya hama tidak dapat terkendali dengan baik karena timbulnya masalah resistensi pada hama sasaran dan resurgensi (Marwoto 2009). Tindakan yang dapat dibenarkan dalam usaha pengelolaan hama terpadu adalah tindakan pengendalian hama dengan pestisida kimia berdasarkan ada tidaknya hama atau berdasarkan ambang kendali. Tindakan pencegahan akan memboroskan penggunaan pestisida kimia yang harganya mahal, sedangkan tindakan pengendalian berdasarkan gejala kerusakan yang terjadi sering terlambat sehingga populasi hama sukar dikendalikan.

Beberapa masalah yang menyebabkan petani gagal menanggulangi hama, diantaranya adalah:

a) Lemah dalam identifikasi hama dan gejala serangan. Pada umumnya petani hanya mengenal jenis hama yang sedang makan/merusak tanaman saja. Tidak semua fase pertumbuhan hama makan/merusak tanaman. Contoh serangga hama dari Ordo Lepidoptera yang berstatus sebagai hama tanaman hanya larvanya saja, sedangkan ngengat/kupu-kupu, kepompong, kelompok telur tidak makan/merusak tanaman. Pengetahuan perubahan bentuk serangga (*metamorfosis*) belum di ketahui petani. Lemahnya identifikasi dan sistem pemantauan menyebabkan waktu dan tindakan pengendalian tidak tepat. Di samping itu petani juga belum dapat membedakan antara hama dan musuh alami (predator, parasitoid, dan patogen serangga).

b) Tindakan pengendalian yang terlambat. Akibat lemahnya identifikasi hama dan pengenalan gejala kerusakan, menyebabkan tindakan pengendalian yang terlambat. Hasil survei menunjukkan bahwa petani kedelai yang memiliki alat semprot sendiri hanya berkisar 10-15% saja, sedang yang lain bergantung dari peminjaman atau sewa. Keterbatasan pemilikan alat semprot ini sering menyebabkan keterlambatan petani dalam melakukan tindakan pengendalian hama kedelai karena pada saat dibutuhkan tindakan pengendalian, alat semprot tidak tersedia (Marwoto *et al*. 1991). Populasi hama yang tinggi dan larva/nimfa sudah mencapai umur yang lebih lanjut akan lebih tahan terhadap pestisida. Hasil penelitian Laba dan Soekarna (1986) menunjukkan bahwa ulat grayak pada instar lima tahan terhadap aplikasi insektisida atau tingkat kematian ulat hanya 40-50%.

c) Aplikasi insektisida yang kurang tepat. Teknik aplikasi insektisida di tingkat petani sering tidak tepat sasaran. Dosis pestisida yang digunakan pada umumnya terlalu rendah. Hasil survei menyatakan bahwa petani di Jawa Timur menggunakan insektisida dengan dosis dan konsentrasi yang lebih rendah dari seharusnya (Marwoto *et al*., 1991). Konsentrasi anjuran penggunaan insektisida untuk mengendalikan hama berkisar 2–4 ml/l air tergantung dari macam kandungan bahan aktif pestisida. Kenyataannya banyak petani yang menggunakan konsentrasi kurang dari 2 ml/l air, walaupun sebagian telah menggunakan konsentrasi yang benar (Tabel 1). Petani tidak memenuhi anjuran penggunaan konsentrasi pestisida dan volume semprot air/hektar. Petani menggunakan volume semprot rata-rata antara 15–20 tangki per hektar atau 225–300 l/ha, sedang volume semprot anjuran berkisar 400–500 l/ha. Pemakaian dosis yang rendah ini menyebabkan pengendalian hama tidak efektif dan masalah hama kedelai tidak dapat terselesaikan.

d)Pelaksanaan tindakan pengendalian hama secara bijaksana. Untuk melakukan tin-dakan pengendalian hama secara bijaksana diperlukan pengetahuan tentang jenis dan perilaku hama yang menyerang tanaman. Kebanyakan petani hanya mengenal jenis hama pada saat stadia merusak tanaman, sedang "hama" pada stadia tidak aktif merusak tanaman, belum banyak diketahui. Informasi bioekologi hama dan musuh alami pada umumnya belum diketahui oleh petani. Dibandingkan pada tanaman, informasi tentang bioekologi hama tanaman kedelai masih sangat kurang karena SLPHT palawija baru diawali sekitar tahun 1990 an. Informasi bioekologi hama sangat penting untuk proses monitoring dan pengambilan keputusan dalam tindakan pengendalian hama

TUNTUTAN TERHADAP PENGENDALIAN HAMA TERPADU (PHT)

Secara politik dan hukum PHT merupakan satu-satunya kebijakan Pemerintah Indonesia dalam kegiatan perlindungan tanaman seperti tertera pada UU No 12 Tahun 1992 tentang sistem budidaya tanaman. Dalam era globalisasi ekonomi, PHT memperoleh dukungan kuat dari komunikas internasional dan pasar global. Namun pemasyarakatan PHT di Indonesia dirasakan masih kurang, masih banyak pihak ketiga terkait yang belum memahami alasan penerapan pengendalian hama terpadu (PHT). Banyak faktor internal dan

Tabel 1. Penggunaan konsentrasi insektisida untuk mengendalikan hama kedelai di daerah sentra kedelai di Jawa Timur

Konsentrasi ml/l air	Jumlah petani (%)		
	Ponorogo	Pasuruan	Lumajang
< 2 (rendah)	20	70	53
2 – 4 (cukup)	67	27	12
>4 (berlebihan)	5	3	6

Sumber : Marwoto *et al*. (1999)

ekternal yang menjadi pendorong penerapan PHT secara nasional terutama dalam rangka menerapkan prinsip dan program pembangunan nasional berkelanjutan yang berwawasan lingkungan. Beberapa alasan yang mendorong penerapan PHT, diantaranya adalah:

Kegagalan pemberantasan hama konvensional.

Sampai saat ini masih banyak petani dan masyarakat yang mengartikan penegendalian hama sama dengan penggunaan pestisida kimia. Pestisida seolah-olah merupakan alat satu-satunya untuk mengendalikan hama dan berhasil menekan populasi hama. Kekhawatiran akan datangnya serangan hama mendorong petani melakukan tindakan pencegahan dengan penyemprotan pestisida secara berjadwal. Namun karena pemanfaatan pestisida secara terus menerus tanpa dilandasi pengetahuan cara aplikasi (dosis, konsentrasi), bahan aktif, efek samping terhadap hama, musuh alami dan lingkungan akhirnya menjadi petaka, hama menjadi resisten, populasi hama semakin meningkat, timbulnya hama sekunder (resurgensi), terbunuhnya musuh alami, pencemaran terhadap lingkungan. Praktek pengendalian hama yang tergantung pada pestisida kimia disebut pemberantasan hama konvensional. Istilah pemberantasan hama atau pembasmian hama masih lazim digunakan oleh masyarakat petani. Hal ini menunjukkan bahwa PHT masih belum banyak dikenal. Petani berkeinginan membasmi seluruh populasi di pertanaman dengan pestisida. Pemberantasan hama konvensional tersebut ternyata tidak efektif dan efisien dalam mengendalikan hama sasaran dan juga menimbulkan risiko besar bagi kesehatan dan lingkungan hidup.

Dampak negatif terhadap lingkungan

Pestisida kimia sebagai bahan beracun termasuk bahan pencemar yang berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan masyarakat. Oleh karena sifatnya yang beracun serta relatif persisten di lingkungan, residu pestisida yang ditinggalkan dapat menjadi masalah. Berdasarkan hasil monitoring residu yang dilaksanakan oleh para peneliti dari laboratorium lembaga-lembaga penelitian dan direktorat menunjukkan bahwa saat ini residu pestisida hampir ditemukan di setiap tempat di lingkungan sekitar kita. Residu pestisida telah dapat di deteksi di dalam tanah, air minum, air sungai, air sumur, udara. Residu juga ditemukan di makanan yang sehari-hari kita konsumsi seperti sayuran dan buah-buahan. Joni Munarso *et al.* (2009) melaporkan bahwa bahan aktif endosulfan dominan ditemukan pada contoh kubis baik yang berasal dari Malang maupun Cianjur, dengan kandungan residu pestisida tertinggi 7,4 ppb yang dianalisis dari contoh yang diambil dari petani di Cianjur. Residu lain yang terdeteksi antara lain pestisida yang mengandung bahan aktif klorpirifos, metidation, malation, dan karbaril. Contoh wortel yang dianalisis menunjukkan bahwa bahan aktif endosulfan juga dominan pada contoh wortel baik yang diambil dari Malang maupun Cianjur dengan kadar tertinggi 10,6 ppb. Sedangkan bahan aktif lain yang terdeteksi antara lain klorpirfos, metidation, dan karbofuran. Pada sampel tomat menunjukkan bahwa bahan aktif profenofos dominan digunakan di dua lokasi pengambilan sampel (Malang dan Cianjur). Residu profenofos yang terdeteksi dengan kadar tertinggi 7,9 ppb yang dideteksi pada sampel tomat yang diperoleh dari petani Cianjur. Residu metidation dan karbofuran juga terdeteksi pada sampel tomat dari dua lokasi pengambilan sampel. Residu pestisida yang diamati pada komoditas kubis, wortel, dan tomat yang diperoleh dari Malang dan Cianjur masih berada pada nilai di bawah ambang batas yang dipersyaratkan. Beberapa bahan aktif golongan organoposfat, ditemukan pada biji kering kedelai dari Kabupaten Bantul DIY. Residu pestisida organoposfat ditemukan dengan bahan aktif diazinon, malation dan profenofos pada berbagai konsentrasi. Berdasarkan SNI 7313: 2008, dalam biji kering kedelai ditemukan bahan aktif malation yang masih di bawah ambang batas. Profenofos ditemukan dalam biji kering kedelai dengan nilai yang sudah berada di atas ambang batas menurut SNI 7313: 2008. (Anshori *et al*. 2016). Namun sebaliknya, kandungan residu pestisida klorpirifos, sipermetrin, dan lamda sihalotrin yang biasa disemprotkan petani kedelai Desa Sukorejo Kecamatan Bangsalsari, Jember tidak terdeteksi pada sampel tanah yang biasa ditanami kedelai (Kurniawan, 2014). Meskipun beberapa kadar residu pestisida yang ditemukan masih dibawah batas maksimum residu, temuan-temuan tersebut merupakan indikasi bahwa penggunaan pestisida perlu di batasi.

Kesadaran masyarakat nasional dan global akan perlunya perlindungan terhadap kesehatan manusia dan lingkungan hidup semakin mendorong penerapan dan pengembangan PHT, Dengan penerapan PHT penggunaan pestisida kimia dapat ditekan serendah-rendahnya.

Kebijakan Pemerintah

Pemerintah telah menetapkan PHT sebagai kebijakan dasar bagi setiap program perlindungan tanaman. Kebijakan ini telah menjadi program pemerintah sejak PELITA III sampai sekarang. Dasar hukum penerapan dan pengembangan PHT di Indonesia adalah Instruksi Presiden no 3 Tahun 1986 dan UU No 12 Tahun 1992 tentang Sistem Budidaya Tanaman serta peraturan No 6 Tahun 1995 tentang perlindungan tanaman. Oleh karena itu kebijakan pemerintah tentang PHT harus diikuti dan diterapkan oleh semua petani dan pengusaha pertanian di Indonesia.

Peningkatan daya saing

Dalam era globalisasi lingkungan saat ini, para konsumen hijau dan hasil produk pertanian organik semakin menguasai pasar global maupun domestik. Konsumen hijau adalah konsumen produk pertanian yang menghendaki produk pangan yang aman bagi kesehatan dan lingkungan termasuk bebas dari residu pestisida kimia. Konsumen hijau akan berani membeli produk yang diinginkan dengan harga yang jauh lebih tinggi daripada produk-produk non PHT. Dengan demikian petani yang menerapkan PHT mampu menghasilkan produk-produk PHT yang memilikki daya saing dalam hal kualitas produk serta keamanan bagi kesehatan dan lingkungan di bandingkan dengan petani yang tidak menerapkan PHT. Petani dapat memilikki nilai tambah dari produk-produk PHT yang meraka hasilkan.

Prinsip Dasar PHT

Penerapan pengendalian hama melalui pendekatan PHT terus berkembang hingga saat ini karena dilandasi dari kenyataan yang ada dan keberhasilan penerapan PHT untuk mengendalikan hama, dan oleh karena itu pengertian prinsip dasar penerapan PHT harus dipahami.

Pemahaman Agroekosistem Pertanian

Agroekosistem budidaya tanaman pertanian merupakan salah satu bentuk ekosistem buatan manusia yang ditujukan untuk memperoleh produksi pertanian dengan kualitas dan kuantitas tertentu. Agroekosistem buatan manusia pada umumnya mempunyai keaneragaman biotik dan genetik yang rendah dan cenderung semakin seragam. Keadaan demikian merupakan ekosistem yang tidak stabil dan rawan terhadap peningkatan populasi spesies hama. Agroekosistem merupakan sistem yang dinamik bervariasi dari satu waktu ke waktu lainnya dan dari satu tempat ke tempat lainnya. Ekosistem pertanian sangat peka terhadap berbagai perubahan baik yang terjadi di dalam maupun yang terjadi di luar ekosistem. Dengan mempelajari struktur ekosistem seperti komposisi jenis-jenis tanaman, hama, musuh alami, dan kelompok biotik lainnya, serta interaksi dinamis antar komponen biotik, dapat ditetapkan strategi pengelolaan yang mampu mempertahakan populasi hama pada suatu aras yang tidak merugikan. Contohnya tanam varietas sejenis secara terus menerus.

Budidaya tanaman sehat

Tanaman yang sehat dan kuat serta lingkungan yang bersih menjadi bagian yang penting dalam program pengendalian hama. Tanaman yang sehat memperoleh cukup hara, pengairan, bebas gulma, waktu tanam yang tepat dan bersamaan adalah dasar bagi pencapaian hasil produksi yang tinggi. Tanaman yang sehat dapat mengatasi kerusakan daun karena serangan hama dengan membentuk daun atau cabang atau dengan pertumbuhan yang lebih kokoh dari cabang yang tidak rusak. Penerapan PHT di setiap usaha budidaya tanaman dimulai dari pemilihan varietas, pengelolaan tanah, penyiapan benih, penanaman, pemeliharaan sampai ke penanganan pasca panen perlu dikelola secara tepat sehingga diperoleh pertanaman sehat, kuat dan produktif

Pelestarian dan pendayagunaan musuh alami

Adanya pembelajaran mengenai struktur ekosistem yang meliputi komposisi jenis tanaman, hama, musuh alami, dan kelompok biotik yang lain serta interaksi dinamik antar komponen biotik maka dapat ditetapkan strategi pengelolaan yang mampu mempertahankan populasi hama pada tingkat yang tidak merugikan. Petani akan memperoleh keuntungan yang maksimal dengan berusaha untuk meningkatkan produksi dan menekan biaya pengendalian dengan cara melakukan pengendalian hama apabila populasi musuh alami lebih rendah bila dibandingkan populasi hama. Adanya sedikit populasi hama di tanaman yang merupakan makanan/mangsa bagi musuh alami sehingga keberadaan musuh alami dapat dipertahankan untuk menjaga keseimbangan ekosistem. Pada pertanaman kedelai, beberapa jenis musuh alam

seperti laba laba, kumbang kubah, *Paederus* sp yang merupakan penentu keseimbangan populasi hama kedelai harus diberi peluang untuk berfungsi semaksimal mungkin agar mampu menekan populasi hama kedelai pada aras keseimbangan populasi yang aman.

Pemantauan lahan secara rutin

Masalah hama timbul karena kombinasi faktor-faktor lingkungan yang mendukung pertumbuhan populasinya. Pemantauan terhadap perkembangan populasi hama, peranan musuh alami, iklim dan lingkungan harus dilakukan untuk mengetahui keadaan ekosistem lahan yang selalu berubah dan berkembang. Keadaan pertanaman dari musim ke musim menunjukkan bahwa tidak setiap saat tanaman terserang hama. Dalam keadaan tanaman tidak terserang, alam dapat mempertahankan keseimbangan sehingga populasi hama tidak tinggi dan tidak menyebabkan kerugian. Keadaan keseimbangan demikian disebut dengan keseimbangan hayati.

Faktor pengendali seperti cuaca/iklim, makanan dan hayati (parasit, predator dan patogen) setiap saat dapat berubah dan keseimbanganpun akan berubah pula. Oleh karena itu, keseimbangan hayati bukanlah hal yang statis tetapi dinamis dan selalu bergerak. Keseimbangan populasi hama dapat berubah pula dengan adanya campur tangan manusia dalam mengelola tanaman.

Pemakaian pestisida kimia sebagai alat pengendali hama, apabila tidak selektif dan tidak tepat dosis dapat membunuh musuh alami dan menyebabkan timbulnya resurgensi dan hama semakin tinggi populasinya. Hal tersebut mengakibatkan faktor pengubah hayati tidak dapat bekerja secara maksimal. Pengendalian hama secara terpadu dengan sengaja mendayagunakan dan memperkuat peranan musuh alami yang menjadi jaminan pengendalian ledakan populasi hama. Pengelolaan waktu tanam yang tumpang tindih sepanjang tahun akan menyebabkan tersedianya makanan bagi hama sepanjang tahun. Keadaan demikian akan mempercepat pertumbuhan dan perkembangan populasi hama.

Pengaruh iklim dan kelembaban dapat menunjang pertumbuhan dan perkembangan populasi hama. Di dalam keadaan lingkungan dengan suhu optimum, kecepatan proses metabolisme serangga berbanding lurus dengan kenaikan suhu lingkungannya. Proses metabolisme yang semakin cepat menyebabkan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan perkembangannya semakin pendek dan populasi hama berkembang semakin cepat. Setiap lahan memiliki ekosistem dengan ciri khas tersendiri, sehingga setiap petani perlu memiliki ketrampilan untuk memantau perkembangan populasi hama dan lingkungan dan mengambil tindakan pengendalian hama yang tepat, praktis serta menguntungkan.

KOMPONEN PHT PADA TANAMAN KEDELAI

Supaya PHT dapat diterapkan dengan baik, selain informasi mengenai agroekosistem setempat juga perlu dilandasi oleh pengetahuan mengenai komponen-komponen PHT yang dapat dipadukan untuk mendapatkan hasil pengendalian yang optimal dan sehat. Komponen pengendalian hama kedelai yang dapat dipadukan antara lain: pengendalian secara kultur teknis yang meliputi penggunaan varietas tahan, sanitasi lingkungan, dan pengaturan waktu tanam; pengendalian mekanis; pengendalian alami dengan memanfaatkan musuh alami berupa predator maupun patogen yang ada di ekosisten pertanian semaksimal mungkin; dan pengendalian dengan pestisida nabati ataupun kimia.

Komponen-komponen pengendalian hama yang dapat dipadukan dalam penerapan PHT pada tanaman kedelai adalah:

Pengendalian Alami

Pengendalian ini merupakan proses pengendalian yang berjalan sendiri tanpa kesengajaan yang dilakukan manusia. Pengendalian alami terjadi tidak hanya karena bekerjanya musuh alami, tetapi juga karena komponen-komponen ekosistem lainnya seperti makanan, dan cuaca. Pengendalian ini juga dilakukan dengan mengurangi tindakan pengendalian dengan pestisida yang berspektrum luas sehingga tidak mematikan musuh alami di ekosistem kedelai. Menurut Huffaker *et al*. (1971) pengendalian alami disebut juga sebagai keseimbangan alami (*balance of nature*), yaitu penjagaan jumlah populasi suatu organisme dalam kisaran batas atas dan batas bawah tertentu sebagai hasil tindakan pengelolaan lingkungan keseluruhan baik lingkungan biotik maupun abiotik. Sampai tingkatan tertentu pengendalian alami tentu berpengaruh terhadap semua jenis organisme. Pengertian ini menekankan bahwa populasi hama dalam kurun waktu tertentu dan pada kombinasi komponen-komponen ekosistem tertentu berada pada suatu keadaan keseimbangan yang dinamik. Pemanfaatan pengendalian alami mengurangi tindakan-tindakan yang dapat merugikan atau mematikan per-

kembangan musuh alami. Penyemprotan dengan dosis insektisida yang berlebihan maupun frekuensi aplikasi yang tinggi akan mengancam populasi musuh alami (parasitoid dan predator). Tercatat 75 spesies telah dideskripsi sebagai predator pada kutu kebul, akan tetapi hanya spesies tertentu yang mampu menurunkan populasi kutu kebul (Gerling*et et al.* 2001).

Pengendalian secara Mekanik dan fisik

Pengendalian mekanik adalah perlakuan atau tindakan yang bertujuan untuk mematikan atau memindahkan hama secara langsung, baik dengan tangan atau dengan bantuan alat dan bahan lain. Cara ini mampu menurunkan populasi hama secara nyata, bila dilakukan secara tepat, dapat menyelamatkan hasil tanaman. Pelaksanaannya dapat diambil langsung dengan tangan, gropyokan, memasang perangkap, pengusiran, penggunaan lampu perangkap, pengasapan, pemangkasan bagian tanaman yang terserang, kemudian dibakar. Pengendalian ini dapat diterapkan pada areal yang sempit/kecil karena harus dilakukan secara berulang dan membutuhkan banyak tenaga.

Pengurangan populasi ulat perusak daun kedelai dengan cara mekanik dapat dilakukan dengan mengambil kelompok telur ataupun larva. Pengambilan larva dilakukan pada sore hari, larva yang telah terkumpul kemudian dibakar agar tidak menyebar lagi ke tanaman. Pemasangan lampu perangkap pada malam hari juga dapat dilakukan untuk menurunkan populasi imago ulat perusak daun karena imago sangat tertarik dengan cahaya lampu. Penerapan pengendalian mekanik juga harus dilandasi pengetahuan tentang ekologi hama, karena dengan mengetahui ekologi serangga hama sasaran kita dapat mengetahui kapan, dan tindakan mekanik apa yang harus dilakukan agar diperoleh hasil yang efektif dan efisien.

Pengendalian fisik adalah tindakan yang dilakukan dengan tujuan secara langsung dan tidak langsung dengan (1) mematikan hama untuk mengurangi populasi hama, (2) mengganggu aktivitas fisiologis hama yang normal, dan (3) mengubah lingkungan fisik menjadi kurang sesuai bagi kehidupan dan perkembangan hama. Pengendalian secara fisik dan mekanik adalah tindakan mengubah lingkungan untuk mematikan atau menghambat kehidupan hama. Penerapan pengendalian secara fisik juga harus dilandasi oleh pengetahuan yang menyeluruh tentang ekologi serangga hama, karena setiap jenis serangga memiliki batas toleransi terhadap faktor lingkungan fisik seperti suhu, kelembaban, bunyi, sinar, spektrum elektromagnetik dll. Dengan mengetahui ekologi serangga hama sasaran kita dapat mengetahui kapan, di mana, dan bagaimana tindakan fisik dan mekanik kita lakukan agar diperoleh hasil seefektif dan seefisien mungkin.

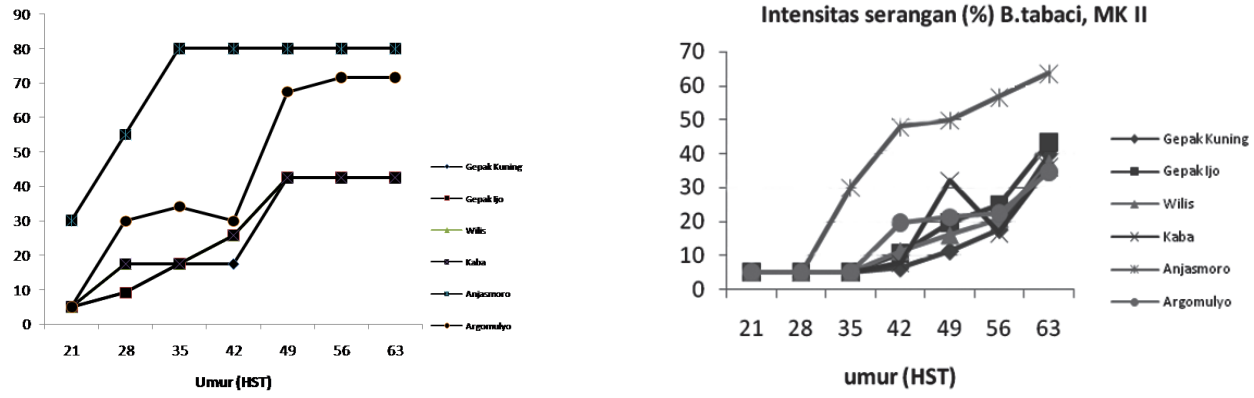
Pengendalian dengan Teknik Budidaya

Pengendalian dengan cara ini bertujuan untuk membuat lingkungan tanaman menjadi kurang sesuai bagi kehidupan dan pembiakan atau pertumbuhan serangga hama dan penyakit serta mendorong berfungsinya agensia pengendali hayati. Pengendalian preventif, dilakukan sebelum serangan hama terjadi agar populasi tidak meningkat sampai melebihi ambang kendalinya. Teknik pengendalian ini merupakan bagian teknik budidaya tanaman yang umum dalam pelaksanaannya, petani tidak perlu mengeluarkan biaya khusus untuk pengendalian hama. Dengan demikian teknik pengendalian ini merupakan teknik pengendalian yang murah, tidak menyebabkan pencemaran lingkungan, dan mudah dikerjakan oleh petani perseorangan maupun kelompok. Pengembangan teknik pengendalian hama ini diperlukan pengetahuan sifat-sifat ekosistem setempat khususnya tentang ekologi dan perilaku hama seperti tentang bagaimana hama memperoleh berbagai persyaratan bagi kehidupannya termasuk makanan, perkawinan, dan tempat persembunyian untuk menghindarkan serangan cuaca buruk dan berbagai musuh alami (Untung 2006). Dari pengetahuan biologi dan ekologi hama, dapat diketahui tentang titik lemah hama sehingga dapat diketahui fase hidup hama yang tepat untuk dilakukan pengendalian. Menurut Pedigo (1996), sebagian besar teknik pengendalian hama secara budidaya dapat dikelompokkan menjadi empat sesuai dengan sasaran yang akan dicapai yaitu: (1) mengurangi kesesuaian ekosistem, (2) mengganggu kontinuitas penyediaan keperluan hidup hama, (3) memindahkan populasi hama agar jauh dari tanaman, dan (4) mengurangi dampak kerusakan tanaman.

Beberapa teknik bercocok tanam antara lain :

1) Penanaman lebih awal

Menanam kedelai lebih awal pada musim kemarau sangat dianjurkan agar fase pengisian polong yang merupakan periode kritis tanaman terhindar dari serangan penggerek polong. Berdasarkan pengalaman kebanyakan petani, penanaman kedelai pada musim kemarau kedua sebaiknya dilakukan sebelum bulan Juli, karena penanaman kedelai setelah bulan Juli akan mengalami kegagalan panen akibat serangan penggerek polong yang parah.



a b

Gambar 1. Pengaruh varietas terhadap intensitas serangan *B. tabaci* pada MK I (a) dan MK II (b), tahun 2010 di KP Muneng, Probolinggo (Sumber : Inayati dan Marwoto,2012).

Menanam kacang hijau pada awal musim kemarau juga sangat dianjurkan agar tanaman awal fase vegetatif yang merupakan periode kritis terhindar dari serangan thrips. Hasil penelitian Indiati (2003) menunjukkan bahwa intensitas serangan thrips pada awal pertumbuhan kacang hijau yang ditanam pertengahan bulan April masih rendah sekitar 15%, walaupun intensitas serangan thrips kemudian meningkat saat tanaman berumur 5 minggu, namun adanya serangan kurang berpengaruh terhadap tanaman karena kondisi jaringan tanaman semakin kuat, dan periode kritis telah terlewati sehingga tanaman terhindar dari serangan thrips yang mematikan. Sebaliknya bila penanaman kacang hijau dilakukan pada pertengahan sampai akhir Juni, tanaman akan mendapat serangan berat (50%) pada saat tanaman masih berada dalam periode kritis (umur 3 minggu), sehingga terjadinya serangan sangat mempengaruhi hasil tanaman.

2) Penggunaan mulsa

Lalat kacang (*Ophiomyia phaseoli*) pada umumnya meletakkan telurnya pada kotiledon yang berumur 6-7 hari. Mulsa jerami yang menutup kotiledon tanaman kedelai cukup efektif untuk menghalangi peletakan telur lalat kacang. Pengembalian mulsa jerami dari tempat asal sebagai penutup tanah untuk tanaman kedelai, yang diperkirakan 5 t/ha, mampu mengurangi jumlah telur dan populasi lalat bibit kacang lebih dari 50% (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh penggunaan jerami sebagai penutup tanah terhadap populasi telur, larva, kepompong dan lalat dewasa

Perlakuan	Populasi per 60 tanaman			
	Telur	Larva	Kepompong	Dewasa
Dengan Jerami	13	6	3	2
Tanpa Jerami	32	15	10	3

Sumber : Marwoto,(1983)

3) Penanaman verietas tahan

Penanaman varietas tahan hama merupakan usaha teknik budidaya untuk mengurangi kerusakan tanaman dan mengurangi kesesuaian ekosistem hama. Varietas Lumajang Bewok, Gumitir, Tidar, Kerinci, dan Argopuro merupakan vareitas kedelai yang agak tahan terhadap serangan lalat kacang (*Agromyzidae*). Varietas Ijen, Panderman, dan Argopuro diketahui agak tahan terhadap serangan ulat grayak (*Spodoptera litura*). Varietas Gumitir, Argopuro, Ijen agak tahan terhadap serangan hama pengisap polong (*Riptortus linearis, Nezara viridula*) (Untung, 2006). Varietas Anjasmoro rentan terhadap serangan kutu kebul (*Bemisia tabaci*). Serangan pada MK I dan MK II mencapai 64% (Inayati dan Marwoto 2012). Varietas Anjasmoro hasil seleksi masa dari keturunan galur murni Mansuria merupakan varietas yang sangat rentan terhadap kutu kebul. Varietas Anjasmoro yang terserang kutu kebul pertumbuhannya terhambat, yaitu tanaman menjadi kerdil, daun berwana hijau tua dan penuh ditutupi embun jelaga berwarna hitam serta polong yang dihasilkan sangat sedikit dan abnormal (Gambar 1). Anjasmoro diduga peka terhadap serangan virus tanaman kedelai, dengan melihat gajala serangan daun keriting dan tanaman kerdil. Tanaman yang tahan adalah tanaman yang menunjukkan kerusakan yang lebih sedikit bila dibandingkan dengan tanaman varietas lain dalam keadaan tingkat populasi hama yang sama dan pada keadaan lingkungan yang sama. Baumgartner *et al*. (1986), menyebutkan vigor dan kualitas tanaman yang baik merupakan faktor penting dalam

penghambatan siklus hidup kutu kebul, karena itu diperlukan varietas yang mempunyai vigor tanaman yang baik sehingga tahan terhadap serangan kutu kebul.

4) Tanaman perangkap

Tanaman perangkap adalah jenis tanaman yang lebih disukai oleh hama di tengah-tengah atau di sekitar tanaman utama. Waktu tanam tanaman perangkap harus disesuaikan dengan fenologi hama terutama waktu pemunculan fase hidup hama yang merusak tanaman agar diperoleh hasil yang baik. Fungsi tanaman perangkap adalah mengonsentrasikan hama pada tanaman perangkap sehingga memudahkan dalam pengendalian hama karena pengendalian hama dengan insektisida kimia hanya ditujukan pada tanaman perangkap. Penanaman tanaman perangkap jagung dengan berbagai umur (genjah, sedang dan panjang) di pematang yang mengelilingi pertanaman kedelai dapat mengurangi serangan hama ulat pemakan polong kedelai, *Helicoverpa armigera* (Tabel 3).

Penanaman tanaman perangkap *Sesbania rostrata* di pematang dilaporkan mampu menekan serangan kepik hijau sampai 35% (Tabel 4).

5) Tanaman pendamping sebagai penghalang atau barier

Penanaman tanaman pendamping sebagai penghalang tanaman utama bertujuan untuk menghambat penerbangan/migrasi hama, misalnya penanaman tanaman pendamping jagung pada areal pertanaman kedelai untuk menghalangi atau mengganggu migrasi hama kutu kebul (Marwoto 1991). Tanaman jagung sebagai penghalang (*barier*) yang ditanam rapat dapat membantu mengurangi migrasi kutu kebul pada tanaman kedelai. Selain melindungi tanaman dengan isyarat penciuman, tanaman pendamping secara fisik dan visual juga dapat menyamarkan atau memblokir tanaman inang (Finch dan Collier 2000).

6) Pengairan pancur (*Sprinkler*)

Pengairan model *sprinkler* dapat mengurangi populasi hama kutu kebul. Rata-rata intensitas serangan kutu kebul pada petak dengan pengairan sprinkler lebih rendah dibanding populasi kutu kebul pada petak pengairan dengan irigasi/flooded (Tabel 5). Meskipun populasi kutu kebul pada petak berpengairan sprinkler lebih tinggi, namun ternyata intensitas serangan kutu kebul pada petak ini lebih rendah. Hal ini menunjukkan percikan air dari sprinkler menyebabkan kutu kebul tidak dapat bertahan lama pada daun sehingga kerusakannya lebih ringan. Rata-rata kerusakan daun pada pengairan dengan sprinkler lebih rendah 39,2%.

7) Pergiliran tanaman

Pergiliran tanaman bertujuan untuk memutus kesinambungan penyediaan makanan bagi hama di suatu tempat, yaitu dengan tidak menanam suatu jenis tanaman yang sama dari musim ke musim berikutnya. Pergiliran atau rotasi tanaman yang baik adalah bila jenis tanaman pada suatu musim berbeda dengan jenis tanaman yang ditanam pada suatu musim berikutnya dan jenis tanaman tersebut bukan merupakan inang hama tanaman yang ditanam pada musim sebelumnya. Dengan pemutusan ketersediaan inang pada musim kedua, populasi hama yang sudah meningkat pada musim pertama dapat ditekan. Rotasi tanaman sangat efektif untuk mengendalikan hama yang memiliki kisaran makanan sempit dan kemampuan migrasi terbatas terutama pada fase yang aktif makan. Usaha untuk menekan populasi ulat grayak (*S. litura*) pada tanaman kedelai dapat dilakukan dengan pergiliran tanaman kedelai dengan padi. Cara ini sangat efektif

Tabel 3. Populasi hama *Helicoverpa armigera* pada tanaman kedelai dan pada tanaman perangkap jagung

Komoditas	Populasi Helicoverpa/m2			
	KP.Muneng		KP.Mojosari	
	MK I	MK II	MK I	MK II
Kedelai	1	2	0	3
Jagung (Perangkap)	9	12	6	10

Sumber : Marwoto,(1999)

Tabel 4. Populasi hama pengisap polong *Nezara* pada tanaman kedelai dan pada tanaman perangkap *Sesbania*

Komoditas	Populasi *Nezara*/m2		
	Insektisida	Tanpa insektisida	Rata-rata
Kedelai	10	11	10
Sesbania	15	17	16
Rata-rata	12	14	

Sumber : Marwoto,(1999)

Tabel 5. Pengaruh cara pengairan terhadap intensitas serangan kutu kebul *B. tabaci*

Cara Pengairan	Intensitas serangan (%)			
	22 hst	36 hst	50 hst	63 hst
Pengairan Sprinkler	6	6	22	25
Pengairan Flood	8	27	35	42

Sumber: Marwoto dan Inayati 2012

Tabel 6. Parasitasi *Trichogrammatoidea bactrae-bactrae* pada telur *Etiella zinckenella* pada berbagai jumlah dan frekuensi pelepasan parasitoid

Jumlah dan Frekuensi pelepasan	% parasitasi pada umur tanaman (HST)		
	48 HST	55 HST	62 HST
Kontrol	5	5,28	5,28
250.000 — 3 x	34,47	46,87	65,88
500.000 — 2 x	39,53	44,04	18,77
750.000 — 1 x	45,08	17,87	11,97
500.000 – 3 x	35,81	50,64	68,85
750.000 – 2 x	47,86	42,98	17,77
1.000.000 — 1 x	57,63	19,39	11,52
Deltametrin 2,50 g/l	2,78	2,50	2,50

Sumber : Marwoto *et al*. (2003)

untuk pertanaman kedelai di lahan sawah tadah hujan, sedang untuk lahan kering pergiliran tanaman dapat dilakukan dengan pergiliran tanaman kedelai dengan jagung. Padi dan jagung bukan merupakan tanaman inang penggerek polong *Etiella zinckenella* sehingga dapat ditanam secara bergilir dengan kedelai. Pada lahan kering, pergiliran tanaman dapat dilakukan dengan jagung, kubis, wortel, ubi jalar atau ubi kayu (Baliadi *et al*. 2008).

8) Sanitasi

Teknik sanitasi atau pembersihan merupakan cara pengendalian bercocok tanam yang tertua dan cukup efektif menurunkan populasi hama. Pada prinsipnya teknik sanitasi dilakukan dengan membersihkan lahan dari sisa-sisa tanaman yang baru tumbuh, tunggul tanaman atau bagian-bagian tanaman lain yang tertinggal setelah masa panen (Untung 2006). Bagian tanaman tersebut seringkali merupakan tempat berlindung hama, dan tempat berdiapouse, atau tempat tinggal sementara sebelum tanaman utama kembali ditanam. Tindakan sanitasi dapat dilakukan dengan penghancuran: (1) sisa-sisa tanaman yang masih hidup, (2) tanaman atau bagian tanaman yang terserang hama, (3) sisa tanaman yang sudah mati, (4) jenis tanaman lain yang dapat menjadi inang pengganti, dan (5) sisa-sisa bagian tanaman yang jatuh atau tertinggal di permukaan tanah seperti buah dan daun. Sebagai contoh, pada awal tanam sanitasi gulma yang dapat dipakai sebagai inang seperti *Centrosoma pubescens, Tridax procumbens, Pueraria* sp., *Commelina diffusa* dan *Desmodium* sp. perlu dilakukan dengan cara dibakar agar tidak menjadi sumber penularan penyakit-penyakit virus yang dapat menyerang tanaman kedelai. Gulma orok-orok (*Crotalaria* spp.) sebagai inang hama utama kedelai *E. zinckenella, Riptortus linearis, Nezara viridula* dan *Piezodorus hypneri* harus dibersihkan/dicabut terutama pada polongnya (Baliadi dkk. 2008).

9) Penetapan masa tanam dan tanam serentak

Tanam serentak dimaksudkan agar masa ketersediaan makanan sesuai bagi hama lebih pendek sehingga perkembangan populasi hama dapat dihambat. Rekomendasi tanam kedelai perlu dilakukan untuk mengendalikan hama ulat grayak, kutu kebul, penghisap polong (*Nezara* dan *Riptortus*), penggerek polong (*Etiella zinckenella, Helicoverpa*). Penanaman kedelai diusahakan dalam satu hamparan diusahakan dapat tanam serempak dengan selisih waktu tanam tidak lebih dari 10 hari (Baliadi *et al*. 2008).

Pengendalian secara Hayati

Pengendalian secara hayati adalah pemanfaatan dan penggunaan musuh alami untuk mengendalikan hama. Pengendalian hayati dilandasi oleh pengetahuan dasar ekologi terutama teori pengaturan populasi oleh pengendali alami dan keseimbangan dinamis ekosistem. Musuh alami yang terdiri dari parasitoid, predator dan patogen serangga hama merupakan pengendali alami utama hama yang bekerja secara "tergantung kepadatan". Keberadaan musuh alami tidak dapat dilepaskan dari kehidupan dan perkembangan hama. Peningkatan populasi hama yang dapat mengakibatkan kerugian ekonomi bagi petani antara lain disebabkan oleh keadaan lingkungan yang kurang memberikan kesempatan kompleks musuh alami menjalankan fungsinya.

1) Parasitoid

Pemanfaatan parasitoid Trichogramma efektif mengendalikan hama penggerek polong *Etiella.* Spesies parasitoid Trichogramma untuk pengendalian hama penggerek polong kedelai adalah *Trichogrammatoidea bactrae-bactrae.* Waktu pelepasan yang efektif pada pagi hari jam 06.00 WIB, letak

pias 20 cm di atas kanopi daun kedelai. Dengan cara pelepasan seperti itu, daya sebar parasitoid dapat mencapai radius 50 m (Marwoto *et al*. 2002). Jumlah parasitoid yang efektif adalah 250.000 ekor/ha yang dilepas sebanyak tiga kali pada saat pertumbuhan tanaman fase generatif (Tabel 6) (Marwoto dan Saleh. 2003).

2) Nuclear Polyhedrosis Virus (NPV)

Spodoptera litura Nuclear Polyhedrosis Virus (*Sl*NPV) merupakan salah satu entomopatogen pada ulat grayak. Hasil beberapa tahap penelitian menunjukkan bahwa *Sl*NPV berpotensi dikembangkan untuk mengendalikan ulat grayak. *Sl*NPV sebagai agens hayati terbukti efektif dapat diformulasikan dan *Sl*NPV dapat diproduksi secara *in vivo* (dengan menginfeksi ulat grayak) maka *Sl*NPV layak dikembangkan sebagai bioinsektisida (Arifin 2012). SlNPV telah berhasil diformulasikan dalam bentuk *powder* di laboratorium hama dan penyakit Balitkabi. Isolat JTM 97C efektif mengendalikan ulat grayak, hama penggulung daun *Lamprosema*, penggerek polong kedelai *Etiella* dengan tingkat mortalitas 72 - 100% (Bejo, 2012). Kombinasi MaviMNPV dan minyak botani menghasilkan efek aditif atau sinergis. Tidak ada bukti efek antagonis yang dicatat. Dalam percobaan lapangan, penerapan insektisida botani dan MaviMNPV (*Maruca vitrata* multi-nucleopolyhedrovirus) baik sendiri atau kombinasi keduanya efektif dalam mengurangi kelimpahan serangga selama empat minggu, dan mencegah hilangnya hasil kacang tunggak (Sokame *et al.* 2015)

3) Cendawan entomopatogen

Cendawan entomopatogen adalah cendawan yang dapat digunakan sebagai agens pengendalian hayati untuk mengendalikan serangga hama. Beberapa cendawan entomopatogen yang banyak dikembangkan dan diproduksi secara massal untuk pengendalian hama antara lain; *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Lecanicillium* (=*Verticillium*) *lecanii*, *Hirsutella thompsoni*, *Spicaria* sp., *Nomuraea rileyi*, *Paecilomyces fumosoroseus*, *Fusarium parasiticus*, *Entomophthora thripium*, *Lagenidium giganteum*, *Cordyceps* sp. (Zurek *et al*., 2002; Jagdale *et al*., 2002; Toledo *et al*., 2006; Mahmoud, 2009; Kryukov *et al*., 2012; Jaber dan Salem 2014; Araujo dan Hyghes, 2016). Cendawan entomopatogen *Lecanicillium lecanii* mampu menginfeksi beberapa jenis serangga inang, meliputi ordo Orthoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Thysanoptera, Coleoptera, dan Lepidoptera dengan tingkat mortalitas yang sangat bervariasi (Quesada-Moraga *et al*., 2006). Cendawan ini mampu menginfeksi *Aphis* dan kutu dengan mortalitas mencapai 50% (Kim *et al*., 2001). Efikasi *L. lecanii* terhadap *Thrips* di atas 90% (Prayogo, 2012) dan telah berhasil diformulasikan di laboratorium dalam bentuk tepung dan siap untuk dikembangkan, sebagai bioinsektisida dari kelompok cendawan entomopatogen (Prayogo, 2010).

Pestisida nabati

Pestisida nabati merupakan insektisida yang bahannya diambil langsung dari tanaman atau dari hasil tanaman. Pestisida nabati resikonya kecil bagi kesehatan dan lingkungan hidup. Beberapa teknik yang umum digunakan untuk memproduksi pestisida nabati diantaranya dengan teknik merendam, mengekstrak atau merebus bagian tertentu dari organ tanaman yang mengandung insektisidal tinggi (Al-Fifi 2006; Morya *et al*. 2010; Acda 2014). Jenis insektisida nabati yang sudah lama dikenal dan digunakan adalah *piretrium* yang diambil dari bunga Chrysanthenum. *Rotenon* diambil dari akar tanaman leguminosa *Derris elliptica* atau tuba. Pestisida nabati yang prospekstif dan telah banyak diteliti adalah Azadiractin, bahan aktif yang diambil dari tanaman mimba (*Azadiracta indica*). Insektisida nabati merupakan bahan insektisida yang cukup efektif dan aman terhadap lingkungan (Kardinan, 1999). Mimba merupakan tanaman yang mengandung zat Azadirachtin, Salanin, Meliantriol, Nimbin dan Nimbidin yang dapat berperan sebagai insektisida nabati yang efektif. Cara kerja pestisida nabati dari tanaman mimba tersebut berbeda-beda. Azadirachtin bekerja dengan mengganggu pergantian kulit yang akhirnya dapat menyebabkan kematian, Salanin bekerja sebagai zat penurun nafsu makan serangga hama dan Meliantriol berfungsi sebagai penghalau hama. Penelitian Indiati dan Marwoto (2008) menunjukkan penggunaan serbuk biji mimba cukup efektif mengendalikan hama kutu kebul, ulat grayak, dan hama penggerek polong kacang hijau *Maruca testulalis.*

Pestisida kimiawi

Pengendalian kimia merupakan cara pengendalian yang sering dilakukan karena mudah diterapkan dan hasilnya cepat terlihat, namun apabila penggunaannya kurang bijaksana akan mencemari lingkungan. Penggunaan insektisida untuk pengendalian hama sebaiknya digunakan bila cara pengendalian yang lain sudah tidak efektif untuk menekan populasi hama. Oleh karena itu aplikasinya harus didasarkan pada nilai ambang kendali hama yang akan dikendalikan. Insektisida yang digunakan sebaiknya yang bersifat selektif, artinya insektisida tersebut efektif terhadap hama sasaran, dan aman

terhadap musuh alami hama. Penggunaan pestisida secara berlebihan untuk mengendalikan hama dapat memiliki pengaruh samping mematikan parasit dan predator, pencemaran hasil pertanian, dan peracunan hewan, ternak dan manusia. Selain jenis insektisida, waktu dan cara aplikasi juga merupakan faktor yang menentukan efektivitas pengendalian. Penyemprotan sebaiknya dilakukan pada pagi hari yang cerah (tidak hujan) dan tidak berangin, agar takaran insektisida yang diberikan dapat diambil tanaman secara maksimal.

Indoxacarb SC 15 (250 ml/ha) dan Carbaryl Avaunt EC 15 (250 ml/ha) keduanya merupakan insektisida yang paling efektif untuk pengendalian penggerek polong kedelai dan tergolong pada urutan pertama (A), Indoxacarb EC 15 (250 ml/ha), Pridalyl EC 50 (200 ml/ha) dan Pridalyl EC 50 (150 ml/ha) pada urutan kedua (B), sedangkan Tracer SC 24 (150 ml/ha) pada urutan ketiga (C) (Keyhaniyan *et al.* 2009). Sipermetrin 2 ml/l yang diaplikasikan pada umur 8 hari paling efektif menekan serangan hama lalat kacang (*Ophiomyia phaseoli*) pada tanaman kedelai, kemudian diikuti fipronil (Regent 50 EC-2 ml/l), Klorfirifos (Petroban 200 EC-2 ml/l) dan karbofuran (Petrofur 3G-6 kg /ha) pada urutan kedua (Indiati 2008). Selanjutnya lamdasihalotren 2 ml/l efektif menekan populasi ulat grayak kedelai sampai 43%, dibanding tanpa pengendalian (Indiati 2014). Cara aplikasi sebaiknya juga didasarkan pada fase tanaman yang diserang dan bagian tanaman yang diserang hama yang akan dikendalikan agar diperoleh hasil yang maksimal.

KESIMPULAN

Petani sering kali mengalami kegagalan dalam pengendalian hama kedelai sehingga kehilangan hasil yang diderita tanaman cukup besar. Petani umumnya mengendalikan hama kedelai dengan cara mencampur beberapa jenis pestisida, dan menggunakan dosis lebih tinggi, namun volume semprotnya rendah, sehingga kurang efektif dan berdampak negatif terhadap lingkungan. Berdasarkan pendekatan PHT, strategi pengendalian hama kedelai dapat dilakukan dengan kultur teknis melalui sanitasi lingkungan sebelum tanam, pengaturan waktu tanam yang tepat, dan budidaya tanaman sehat. Varietas Anjasmoro sebaiknya tidak dikembangkan di daerah endemik serangan kutu kebul dan ulat pemakan daun. Penggunaan mulsa jerami dapat dilakukan di daerah endemik serangan lalat kacang. Pengendalian hayati dengan pemanfaatan Isolat virus JTM 97C efektif mengendalikan ulat grayak, hama penggulung daun, penggerek polong kedelai dengan tingkat mortalitas 72 - 100%. Pengendalian hama dengan pestisida nabati serbuk biji mimba cukup efektif untuk mengendalikan hama kutu kebul dan ulat grayak. Pengendalian hama dengan pestisida kimiawi dilakukan berdasarkan pemantauan nilai ambang kendali hama yang akan dikendalikan, dan diaplikasikan bila cara pengendalian yang lain tidak efektif lagi untuk menekan populasi hama. Komponen pengendalian hama kedelai yang telah efektif tersebut dapat dipadukan pada penerapan PHT tanaman kedelai.

DAFTAR PUSTAKA

Acda MN. 2014. Repellent effects of *Annona* crude seed extract on the Asian subterranean termite *Coptotermes gestroi* Wasmann (Isoptera: Rhinotermitidae). Sociobiology An International Journal Unsocial Insects 61(3): 332-337.

Al-Fifi N. 2006. Moulting inhibitory and lethal effects of Azadirachtin on the Desert Locust *Schistocerca gregaria* (Forskal). Journal of Entomology 3:312-318.

Anshori A, Prasetiyono C. 2016. Pestisida pada budidaya kedelai di Kabupaten Bantul D. I. Yogyakarta. Caraka Tani – Journal of Sustainable Agriculture 31(1): 38-44.

Araujo JPM, Hughes DP. 2016. Diversity of Entomopathogenic fungi which groups corquered the insect body. Advances in Genetics 24. Penn. State University, University Park, PA. Unitied States.

Arifin M. 2012. Bioinsektisida SlNPV untuk mengendalikan ulat grayak mendukung swasembada kedelai. Pengembangan Inovasi Pertanian 5(1): 19-31.

Baliadi Y, Tengkano W, Bedjo, Suharsono, Subandi. 2008. Pedoman penerapan rekomendasi PHT tanaman kedelai di Indonesia. Malang: Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi umbian. 108 hal.

Baliadi Y, Tengkano W, Marwoto. 2008. Penggerek polong kedelai, *etiella zinckenella* Treitschke (lepidoptera: pyralidae), dan strategi Pengendaliannya di indonesia. Jurnal litbang pertanian, 27(4): 113-123.

Baumgärrtner J, Delucchi V, von Arx R, Rubli D. 1986. Whitefly (*Bemisia tabaci* Genn., Stern.: Aleyrodidae) infestation patterns as influenced by cotton, weather and *Heliothis*: Hypotheses testing by using simulation models. Agriculture, Ecosystems & Environment 17(1-2): 49-59.

Bejo. 2012. Peningkatan efektivitas *Helicoverpa armigera Nuclear Polyhedrosis Virus* dengan beberapa bahan pembawa untuk mengendalikan hama polong kedelai. Buletin Palawija 23: 38–43.

Fernández E, Grávalos C, Haro PJ, Cifuentes D, Bielza P. 2009. Insecticide resistance status of *Bemisia*

tabaci Q-biotype in south-eastern Spain. Pest Management Science. 65: 885–891.

Finch S, Collier RH. 2000. Host-plant selection by insects – a theory based on 'appropriate/inappropriate landings' by pest insects of cruciferous plants. Entomologia Experimentalis 96: 91-102.

Gerling D, Naranjo SE. 1998. The Effect of Insecticide Treatments in Cotton Fields on the Levels of Parasitisim of *Bemisia tabaci* (Gennadius). Biological control 12 : 33-41.

Gerling D, Alomar O, Arno J. 2001. Biological control of *Bemisia tabaci* using predators and parasitoids. Crop Protection 20(9): 779-799.

Huffaker CB, Mesenger PS, de Bach P. 1971. The Natural Enemy Component in Natural Control and The Theory of Biological Control. *Dalam* C.B. Huffaker dan P.S. Mesenger (ed). *Theory and Practice of Biology Control*. Academic Press. New York. 788 p.

Inayati A, Marwoto. 2012. Pengaruh kombinasi aplikasi insektisida dan varietas unggul terhadap intensitas serangan kutu kebul dan hasil kedelai. Jurnal Penelitian Pertanian 31(1): 13-21.

Indiati SW. 2003. Hama Thrips pada kacang hijau dan komponen pengendaliannya. Buletin Palawija 5: 36-42

Indiati SW. 2008. Efisiensi penggunaan beberapa insektisida alami terhadap lalat kacang. Agritek 16(2): 206-214.

Indiati SW. 2014. The use of sugar apple and neem extract to control leaf-eating pest on soybean. Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences 2(2): 208-214

Indiati SW, Marwoto. 2008. Potensi ekstrak biji mimba sebagai insektisida nabati. Buletin Palawija 15: 9-14.

Jaber LR, Salem NM. 2014. Endophytic colonization of squash by the fungal entomopathogen *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales) for managing *Zucchini Yellow Mosaic Virus* (ZYMV) in cucurbits. Biocontrol Sci Technol 24: 1096–1109

Jagdale GB, Somasekhar N, Parwinder SG, Kevin MG. 2002. Suppression ofplant parasitic nematodas by application of live and dead infectivejuveniles of an entompathogenic nematode, *Steinernema carpocapsae* on boxwood (*Buxus* spp). Biological Control 24: 42-49.

Kardinan A. 1999. Pestisida Nabati. Ramuan dan Aplikasi. Penebar Swadaya. 80 hal.

Keyhaniyan AA, Hassan B, Rad SQ, Ziveh PS, Attaran MR. 2009. Efficacy of new insecticides against pod borer on soybean. http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=IR2010000176

Kim JJ, Lee MH, Yoon CS, Kim HS, Kim KC. 2001. Control of cotton aphid and green-house whitefly with a fungal pathogen. http://www.agnet. Org/library/article/eb502b.html. (17 September 2006)

Kryukov VY, Yaroslavtseva ON, Dubovstiy IM, Tyurin MV, Kryukova NA, Glupov VV. 2014. Insecticidal and immunosuppressive effect of Ascomycete *Cordyceps militaris* on the larvae of the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata*. Biologi Bulletin 41(3): 276-283.

Kurniawan MA. 2014. Penggunaan pestisida dan kandungan residu pada tanah Pertanian kedelai (Studi di Kelompok Tani Sumber Rejeki Desa Sukoreko Kecamatan Bangsalsari Kabupaten Jember). Skripsi. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember. 109 Hal.

Luo C, Jones CM, Devine G, Zhang F, Denholm I, Gorman K. 2010. Insecticide resistance in *Bemisia tabaci* biotype Q (Hemiptera: Aleyrodidae) from China, Crop Protection 29: 429-434.

Mahmoud MF. 2009. Pathogenicity of three commercial products of entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Lecanicillium lecanii* against adults of olive fly *Bactrocera oleae* (Gmelin) (Diptera: Tephritidae) in the laboratory. Plant Protect Science 45(3): 98-102.

Manzano MR, van Lenteren JC, Cardona C. 2003. Influence of pesticide treatments on the dynamics of whiteflies and associated parasitoids in snap bean fields. BioControl 48: 685–693.

Marwoto, Inayati A. 2011. Kutu kebul hama kedelai yang pengendaliannya kurang mendapat perhatian. Iptek Tanaman Pangan 6(1): 87-98.

Marwoto, Inayati A. 2012. Pengendalian Kutu Kebul *B. tabaci* Genn. Menggunakan Kombinasi Tanaman Penghalang dan Insektisida Kimia. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Puslitbangtan: 279-288.

Marwoto, Saleh N. 2003. Peningkatan peran parasitoid telur *Trichogrammatoidea bactrae-bactrae* dalam pengendalian penggerek polong kedelai *Etiella* spp. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian 22(4): 141-149.

Marwoto, Wahyuni E, Neering KE. 1991. Pengelolaan pestisida dalam pengendalian kedelai secara terpadu. Monograf Balitan Malang. No. 7: 38 hal.

Marwoto, Suharsono, Supriyatin. 1999. Hama kedelai dan komponen Pengendalian Hama Terpadu. Monograf Balitkabi No. 4: 50 hal.

Marwoto. 1983. Pengaruh waktu tanam dan penggunaan jerami sebagai penutup tanah terhadap tingkat serangan lalat bibit *Ophiomyia phaseoli* Tryon. Pada tanaman kedelai. Tesis S2. Pasca sarjana UGM Yogyakarta. 90 hal.

Morya K, Pillai S, Petel P. 2010. Effect of powdered leaves of *Lantana camaraClerodendrum inerme* and citrus

limon on the rice moth *Corcyra cephalonica*. Bulletin of Insectology 63(2): 183-210.

Munarso SJ, Miskiyah, Broto W. 2009. Studi kandungan residu pestisida pada kubis, tomat, danwortel di Malang dan Cianjur. Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian 5: 27-32.

Oka IN. 2005. Pengendalian Hama Terpadu dan Implementasinya di Indonesia. Cetakan ketiga. Gadjah Mada University Press. 254 hal

Okada T, Tengkano W, Djuarso T. 1988. An outline of soybean pest in Indonesia in Faunestic aspects. Seminar Balittan Bogor. 6 December 1988. 37 p.

Palumbo JC, Horowitzb AR, Prabhakerc N. 2001. Insecticidal control and resistance management for Bemisia tabaci. Crop Protection 20: 739–765

Pedigo LP. 1996. Entomology and Pest Management. Second Edition. Prentice Hall Inc. USA. 679 p.

Prayogo Y. 2010. *Lecanillium lecanii* sebagai bioinsektisida untuk pengendalian telur hama kepik coklat pada kedelai. Iptek Tanaman Pangan. Puslitbangtan 5(2): 169-182.

Prayogo Y. 2012. Efikasi cendawan entomophatogenik untuk mengendalikan ulat bulu. Jurnal Biologi Indonesia 8(1): 85-102.

Quesada-Moraga E, Carrasco-Diaz JA, Santiago-Alvanrez C. 2006. Insecticidal and antifeedant activities of proteinase secreted by entomophatogenic fungi against *Spodoptera litoralis* (Lepidoptera : Noctuidae). J Appl Entomol 130(8): 442-452.

Setiawati W, Udiarto BK, Soetiarso TA. 2007. Selektivitas Beberapa Insektisida terhadap Hama KutuKebul (*Bemisia tabaci*Genn.) dan Predator *Menochilus sexmaculatus* Fabr. J. Hort. 17(2): 168-174.

Sokame BM, Tounou AK, Datinon B, Dannon EA, Agboton C, Srinivasan R, Pittendrigh BR, Tamo M. 2015. Combined activity of *Maruca vitrata* multinucleopolyhedrovirus, *Mavi*MNPV, and oil from neem, *Azadirachta indica* Juss and *Jatropha curcas* L., for the control of cowpea pests. Crop Protection 72: 150-157.

Stern VM, Smith RF, van den Bosch R, Hagen KS. 1959. The integrated control concept. Hilgardia 29: 81–101.

Toledo J, Liedo P, Flores S, Campos SE, Villasenor A, Montoyo P. 2006. Use of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* for fruit fly control: A novel approach. Proceedings of the 7th International Symposium on Fruit Flies of economic importance. 10-15 September 2006, Salvador, Beazil pp: 127-132.

Untung K. 2006. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu (Edisi kedua). Gadjah Mada University Press. 348 hal.

Zabel A, Manojlovic B, Stankovic S, Rajkovic S, Kostic M. 2001. Control of Whitefly Trialeurodes vaporarium Westw. (homoptera, Aleyrodidae) on tomato by the new insecticide Acetamiprid. J. Pest Science 74: 52-56.

Zurek L, Watson DW, Krasnoff SB, Schal C. 2002. Effects of the entomopathogenic fungus *Entomophthora pheromone* and on the cuticulan hydrocarbons of the housr fly *Musca domestica*. Journal of Invertebrate Pathology 80(3): 171-178.

Buletin Palawija Volume 15 Nomor 2 Tahun 2017, hlm 49–101

Daftar Isi

Karakteristik Roti Manis Berbahan Baku Ubi Jalar dan Tepung Gandum Lokal
Rahmi Yulifianti, Erliana Ginting, Amin Nur 49-56

Peningkatan Daya Hasil Galur Mutan Kacang Tanah Melalui Pemupukan Kalsium di Lahan Kering Pulau Lombok
A. Farid Hemon, Hanafi Abdurrachman, Sumarjan 57-61

Rantai Pasok Benih Sumber Varietas Unggul Baru Kedelai
Bambang S. Koentjoro, Fachrur Rozi 62-68

Pengaruh Jenis Amelioran terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kacang Hijau di Tanah Salin
Sri Wahyuningsih, Afandi Kristiono, Abdullah Taufiq 69-77

Keragaan Populasi Famili Halfsib Hasil Persilangan Ubi Jalar untuk Pengkayaan Mikronutrien
Sri Umi Lestari , Nur Basuki 78-87

Penerapan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) pada Tanaman Kedelai
Sri Wahyuni Indiati, Marwoto 88-101

Indeks, 102

Indeks Penulis

Abdurrachman, H., 57
Amin Nur, 49
Basuki, N., 78
Ginting, E., 49
Hemon, A. F., 57
Inidati, S. W., 87
Koentjoro, B.S., 62
Kristiono, A., 69
Lestari, S. U., 78
Marwoto, 87
Rozi, F., 62
Sumarjan, 57
Taufiq, A., 69
Wahyuningsih, S., 69
Yulifianti, R., 49

Indeks Subjek

Amelioration, 69
Crossing, 78
Gypsum, 57
IPM, 87
Micronutrient, 78
Mungbean, 69
Mutant line, 57
Peanut, 57
Pest, 87
Rought stress, 57
Salinity, 69
Source seed, 62
Soybean, 62,87
Supply chain, 62
Sweat bread, 49
Sweet potato paste, 49
Sweet potato, 78
Wheat flour, 49

BULETIN Palawija

PETUNJUK BAGI PENULIS

KETENTUAN UMUM

- Buletin Palawija memuat tulisan ilmiah asli berupa hasil penelitian *(original paper)*, komunikasi pendek (*short communication*), atau tinjauan (*review*) tanaman palawija dari berbagai disiplin ilmu yaitu plasma nutfah dan pemuliaan, fisiologi dan budidaya tanaman, perlindungan tanaman, pascapanen dan pengolahan hasil serta sosial ekonomi. Naskah yang diajukan tidak boleh yang telah diterbitkan di penerbitan lain atau sedang diajukan ke penerbitan lain. Naskah yang sedang dalam proses penelaahan dan penyuntingan tidak diperkenankan ditarik kembali sebelum melalui keputusan resmi dari Dewan Redaksi.
- **Makalah hasil penelitian (primer)** merupakan hasil penelitian sendiri, tidak lebih dari 20 halaman termasuk tabel dan gambar.
- **Komunikasi pendek (*short communication*)** berisi hasil penelitian yang ingin dipublikasi secara cepat karena hasil temuannya menarik, spesifik, dan baru, agar dapat segera diketahui oleh umum. Naskah ditulis tidak lebih dari 10 halaman termasuk tabel dan gambar (bila ada).
- **Tinjauan (*review*)** berisi tinjauan ilmiah yang sistematis-kritis secara ringkas tetapi mendalam terhadap topik tertentu. Hal yang ditinjau meliputi segala sesuatu yang relevan terhadap topik tinjauan yang memberikan gambaran '*state of the art*', meliputi temuan awal, kemajuan hingga *issue* terkini, termasuk perbedaan dan kesenjangan yang ada dalam topik yang dibahas. Tinjauan sekurang-kurangnya berisi 25 halaman.
- Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris.
- Naskah lengkap dikirim dalam *soft copy* melalui email ke alamat Redaksi Buletin Palawija, Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi). Bagi naskah yang sudah terbit, penulis berhak menerima satu eksemplar cetakan lengkap dan cetak lepas tulisannya.

STANDAR PENULISAN

- Naskah diketik dengan program MS Word (file .doc atau docx), jenis huruf Arial, 11 point, dua spasi, kertas ukuran A4, jarak kanan dan kiri setiap halaman 2 cm dan dari atas dan bawah pinggir kertas 3 cm. Naskah diberi nomor baris (*line number*) secara kontinyu.
- Satuan ukuran menggunakan sistem metrik dan Satuan Internasional (SI).

FORMAT PENULISAN NASKAH

Naskah Hasil Penelitian dan Komunikasi Pendek

- **Judul** mencerminkan isi pokok naskah secara singkat, jelas, informatif, dan tidak lebih dari 12 kata. Judul ditulis dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris. Penulis dapat terdiri dari penulis utama dan penulis pendamping. Nama penulis ditulis lengkap tanpa gelar. Penulis wajib mencantumkan institusi, alamat dan kode pos, nama negara, dan alamat korespondensi (telepon dan e-mail).
- **Abstrak** ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris, memuat intisari seluruh tulisan yang meliputi masalah, tujuan, bahan dan metode, hasil dan pembahasan, serta kesimpulan penelitian. Panjang abstrak maksimal 200 kata, ditulis dua spasi dalam satu paragraf, dilengkapi kata kunci dalam bahasa yang bersangkutan, dan dicantumkan di bawah abstrak maksimal 5 kata, kata pertama adalah kata yang paling penting.
- **Pendahuluan** berisi latar belakang dan masalah yang mendorong dilakukannya penelitian, penemuan yang akan disanggah atau dikembangkan, pendekatan umum dan tujuan penelitian. Pendahuluan didukung pustaka yang relevan dan terkini (10 tahun terakhir).

- **Bahan dan Metode** menguraikan dengan jelas mencakup bahan, teknik dan rancangan penelitian, tempat, waktu dan lingkungan penelitian. Sitiran pustaka hanya diberikan kepada metode yang kurang dikenal.
- **Hasil dan Pembahasan** ditulis secara jelas dan dapat disertai tabel dan ilustrasi (grafik, diagram, gambar), dan foto. Informasi yang sudah disampaikan dengan tabel dan ilustrasi tidak perlu diuraikan secara mendalam dalam teks. Tabel diberi nomor dan judul yang mencerminkan isi tabel. Kualitas grafik dan gambar harus baik. Foto bukan hasil rekayasa dan objek foto yang jelas. Setiap gambar diberi keterangan yang sesuai. Pembahasan memuat analisis tentang hasil yang telah diperoleh: bagaimana penelitian dapat memecahkan masalah, perbedaan dan persamaan dengan penelitian terdahulu, dan kemungkinan pengembangannya.
- **Kesimpulan** ditulis dalam bentuk narasi berisi hal-hal penting dari hasil dan pembahasan.
- **Ucapan terima kasih** ditulis jika dianggap perlu.

Naskah Review

- **Judul** singkat, jelas, spesifik, dan informatif, yang mencerminkam isi naskah tidak lebih dari 12 kata. Judul ditulis dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris. Penulis dapat terdiri dari penulis utama dan penulis pendamping. Nama penulis ditulis lengkap tanpa gelar. Penulis wajib mencantumkan institusi, alamat dan kode pos, nama negara, dan alamat korespondensi (telepon dan e-mail).
- **Abstrak** ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris, memuat intisari naskah yang dituangkan dalam satu paragraf. Panjang abstrak maksimal 200 kata ditulis dua spasi. Kata kunci dicantumkan di bawah abstrak sesuai bahasa yang digunakan, maksimal lima (5) kata; kata yang pertama adalah kata yang paling penting.
- **Pendahuluan** berisi latar belakang, tujuan, dan sasaran penulisan naskah, didukung pustaka yang relevan dan terkini (10 tahun terakhir).
- **Isi/pokok bahasan** menyajikan dan membahas secara jelas pokok bahasan dengan mengacu kepada tujuan penulisan naskah.
- **Kesimpulan** ditulis dalam bentuk narasi yang merupakan intisari dari substansi pokok bahasan, serta implikasi dan atau saran kebijakan bila dipandang perlu.
- **Ucapan terima kasih** ditulis jika dianggap perlu.

DAFTAR PUSTAKA

Sitasi dalam naskah dan daftar pustaka mengacu pada gaya penyuntingan Harvard (*Harvard style referencing*). Sitasi dalam naskah adalah nama penulis dan tahun. Komposisi pustaka acuan adalah 80% merupakan terbitan sepuluh tahun terakhir dan 80% di antaranya adalah naskah yang diterbitkan dalam jurnal primer. Cara penulisan mengacu pada contoh berkas elektronik (*template*) Pedoman Penulisan Buletin Palawija. Jumlah pustaka untuk makalah primer sedikitnya 15 sedangkan untuk review sedikitnya 25 acuan.

PROSES PENYUNTINGAN

Semua naskah yang dikirim ke Buletin Palawija ditelaah oleh Dewan Redaksi. Redaksi berhak menolak naskah yang tidak sesuai atau tidak mengikuti pedoman penulisan.

PENGIRIMAN NASKAH

Alamat surat: Redaksi Buletin Palawija, Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi)
Jl Raya Kendalpayak km 8 Kotak Pos 66 Malang 65101, Telp. +62-341-801468 Fax. +62-341-801496
Alamat e-mail: buletinpalawija@gmail.com atau redaksi_palawija@litbang.pertanian.go.id