

# B U L E T I N Palawija

**Volume 17, Nomor 2, Oktober 2019**

Serangga Hama Kedelai dan Musuh Alami di Lahan  
Pasang Surut Kalimantan Selatan

Important Weeds and Their Control in Soybean Production  
under Rice-Soybean Cropping Pattern

Changes of Chemical Composition and Aflatoxin Content  
of Peanut Products as Affected by Processing Methods

Pengelolaan Pola Tanam Berbasis Kedelai dan Jagung  
di Lahan Kering

Keragaman Genetik Klon Ubi-Jalar Ungu Berdasarkan  
Karakter Morfologi dan Agronomi

Produktivitas Beberapa Genotipe Kacang Tanah dan  
Ketahanannya terhadap Penyakit Layu Bakteri *Ralstonia*  
*Solanacearum*

|                     |               |             |                         |                   |                     |
|---------------------|---------------|-------------|-------------------------|-------------------|---------------------|
| Buletin<br>Palawija | Vol. 17 No. 2 | hlm. 58-112 | Malang,<br>Oktober 2019 | ISSN<br>1693-1882 | e-ISSN<br>2615-8108 |
|---------------------|---------------|-------------|-------------------------|-------------------|---------------------|

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

# BULLETIN Palawija

## PENANGGUNG JAWAB:

Kepala Balitkabi

## Dewan Redaksi

Ketua

**Prof. Dr. Didik Harnowo**

Teknologi Benih

Wakil Ketua

**Eriyanto Yusnawan, PhD**

Penyakit Tanaman

## ANGGOTA

**Prof. Dr. Made Jana Mejaya, MSc**

Pemuliaan Tanaman

**Dr. Heru Kuswantoro**

Pemuliaan Tanaman

**Ir. Joko Susilo Utomo, PhD**

Pasca Panen Mekanisasi Pertanian

**Ir. Fachrur Rozi, MS**

Ekonomi Pertanian

**Dr. Andy Wijanarko**

Ilmu Tanah

**Ir. Erliana Ginting, MSc**

Teknologi Pangan

**Prof. Dr. Arief Harsono**

Ekofisiologi Tanaman

**Ir. Abdullah Taufiq, MP**

Ilmu Tanah

**Dr. Agustina Asri Rahmianna**

Ekofisiologi Tanaman

## MITRA BESTARI

**Dr. Sc.Agr. Agung Karuniawan, MScAgr**

Pemuliaan Tanaman

**Dr. Ir. Yulia Nuraini, MS**

Ilmu Tanah

**Prof. Dr. Ratya Anindita**

Ekonomi Pertanian

**Prof. Dr. Subiyakto**

Entomologi

**Prof. Ir. Loekas Soesanto, MS, PhD**

Penyakit Tanaman

**Dr. Ir. Bambang Dwi Argo, DEA**

Mekanisasi Pertanian

**Prof. Dr. Harijono, M.App. SE**

Teknologi Pangan

## REDAKSI PELAKSANA

**Bambang Sri Koentjoro, SP, MKom**

**Dian Adi Anggraeni, STP, M.AgrSc, MAP**

**Dr. Runik Dyah Purwaningrahyu, SP, MP**

**Apri Sulisty, SP, MSI**

**Marida Santi Yudha Ika Bayu, SP, MAgr**

## SEKRETARIAT

**Marida Santi Yudha Ika Bayu, SP, MAgr**

## 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: bpalawija@gmail.com

ISSN 1693-1882

E-ISSN 2615-8108

## Daftar Isi

Volume 17 Nomor 2 Oktober 2019

### Serangga Hama Kedelai dan Musuh Alami di Lahan Pasang Surut Kalimantan Selatan

Sri Wahyuni Indiaty ..... 58-65

### Important Weeds and Their Control in Soybean Production under Rice-Soybean Cropping Pattern

Arief Harsono, Suryantini, Siti Muzaiyanah ..... 66-72

### Changes of Chemical Composition and Aflatoxin Content of Peanut Products as Affected by Processing Methods

Erliana Ginting, Agustina Asri Rahmianna, Eriyanto  
Yusnawan ..... 73-82

### Pengelolaan Pola Tanam Berbasis Kedelai dan Jagung di Lahan Kering

Zainal Arifin dan Chendy Tafakresnanto ..... 83-93

### Keragaman Genetik Klon Ubi Jalar Ungu Berdasarkan Karakter Morfologi dan Agronomi

Harlino Nandha Prayudha, Amalia Murnihati Noerrizki,  
Haris Maulana, Debby Ustari, Neni Rostini,  
Agung Karuniawan ..... 94-101

### Produktivitas Beberapa Genotipe Kacang Tanah dan Ketahanannya terhadap Penyakit Layu Bakteri *Ralstonia* *Solanacearum*

Joko Purnomo, Novita Nugrahaeni,  
Yuliantoro Baliadi ..... 102-111

Indeks Buletin Palawija Volume 17 Nomor 2

Tahun 2019 ..... 112

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

## KATA PENGANTAR

Buletin Palawija Volume 17 Nomor 2 berisi enam artikel hasil penelitian primer, terdiri atas tiga artikel komoditas kedelai, dua artikel komoditas kacang tanah, dan satu artikel komoditas ubi jalar. Tiga artikel komoditas kedelai adalah: (a) Important Weeds and Their Control in Soybean Production under Rice-Soybean Cropping Pattern, (b) Serangga Hama Kedelai dan Musuh Alami di Lahan Pasang Surut Kalimantan Selatan, dan (c) Pengelolaan Pola Tanam Berbasis Kedelai dan Jagung di Lahan Kering. Dua artikel komoditas kacang tanah adalah: (a) Produktivitas Beberapa Genotipe Kacang Tanah dan Ketahanannya terhadap Penyakit Layu Bakteri *Raistonia Solanacearum* dan (b) Changes of Chemical Composition and Aflatoxin Content of Peanut Products as Affected by Processing Methods. Satu artikel komoditas ubi jalar adalah Keragaman Genetik Klon Ubi Jalar Ungu Berdasarkan Karakter Morfologi dan Agronomi.

Komoditas jagung pada terbitan ini tidak muncul sebagai artikel tersendiri, tetapi menjadi satu pada artikel kedelai mengenai tumpangsari kedelai dan jagung. Informasi dalam artikel-artikel yang terbit kali ini diharapkan dapat digunakan sebagai acuan bagi penulisan artikel-artikel di masa yang akan datang dan juga sebagai dasar pertimbangan bagi pengambilan kebijakan untuk pengembangan komoditas kedelai, kacang tanah, ubi jalar, dan jagung berbasis agroekosistem/spesifik lokasi

Redaksi

## **UCAPAN TERIMAKASIH**

Peer review adalah tahap penting untuk menjaga kualitas suatu jurnal. Reviewer memberikan saran ilmiah berdasarkan keahliannya dan membantu editor membuat keputusan penerimaan naskah secara profesional. Oleh karena itu, editor ingin mengucapkan terimakasih kepada reviewer kami yang tercantum di bawah ini yang telah menyumbangkan waktu berharganya untuk menjaga kualitas Buletin Palawija.

Daftar reviewer Buletin Palawija Vol. 17 No. 2, Oktober 2019

Dr. Ir. Nurul Aini, MS      Universitas Brawijaya

Dr. Budi Waluyo, SP, MP      Universitas Brawijaya

Redaksi

## Serangga Hama Kedelai dan Musuh Alami di Lahan Pasang Surut Kalimantan Selatan

*Pests of Soybean and Their Natural Enemies in Tidal Land of South Kalimantan*

**Sri Wahyuni Indiaty**

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi  
Jl. Raya Kendalpayak. KM 8. PO Box 66 Malang 65101  
\*e-mail: swindiaty@yahoo.com

NASKAH DITERIMA 29 JANUARI 2019; DISETUJUI UNTUK DITERBITKAN 29 AGUSTUS 2019

### ABSTRAK

Kerusakan tanaman akibat serangan hama merupakan salah satu kendala pengembangan kedelai di lahan pasang surut. Informasi tentang komposisi spesies hama kedelai dan musuh alaminya merupakan kebijakan dasar pengelolaan hama terpadu di suatu lokasi, sehingga survei perlu dilakukan, untuk mengetahui dominasi dan status hama kedelai serta musuh alaminya di lahan pasang surut. Survei dilakukan pada bulan Juni sampai dengan November 2016 di Kalimantan Selatan. Serangga hama yang ditemukan di lokasi survei sangat tergantung dari umur/fase pertumbuhan tanaman saat dilakukan pencatatan. Komposisi jenis hama kedelai yang ditemukan di Provinsi Kalimantan Selatan adalah kutu kebul (*Bemisia tabaci* Gennadius), wereng daun (*Empoasca kerri* Pruthi), lalat kacang (*Ophiomyia phaseoli* Tryon), ulat grayak (*Spodoptera litura* Fabricius), belalang (*Attractomorpha crenulata*), perusak polong (*Piezodorus hybneri* Gmelin, *Riptortus linearis* Fabricius, *Nezara viridula* Linnaeus dan *Etiella zinckenella* Treitsche), dengan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H) 1,655 dan indeks dominansi Simpson (c) 0,214. Di antara hama-hama tersebut, *S. litura*, *P. hybneri*, *R. linearis*, *N. viridula* dan *E. zinckenella* merupakan hama penting di semua lokasi survei. Jenis musuh alami yang banyak ditemukan ada tiga jenis, yaitu *Oxyopes* sp., parasitoid dan *Coccinella* sp. dengan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H) 1,088 dan indeks dominansi Simpson (c) 0,415. Pengendalian hama pada tanaman kedelai di lahan pasang surut harus mempertimbangkan hama-hama utama dan musuh alaminya.

Kata kunci: Hama, Kalimantan Selatan, kedelai, musuh alami

### ABSTRACT

Plant damage due to pest attacks is one of the constraints in the development of soybean in tidal land. Information on the soybean pest species and their natural enemies is essential to perform integrated pest management in a particular area. Therefore, a survey was conducted from June to November 2016 in Barito Kuala District, South Kalimantan to identify the dominant existing soybean pests as well as their natural enemies. The pest insects found at the survey locations considerably depended on the age or phase of soybean

plant growth. The composition of soybean pest species included *B. tabaci*, *E. kerri*, *O. phaseoli*, *S. litura*, *A. crenulata*, *P. hybneri*, *R. linearis*, *N. viridula*, and *E. zinckenella*, with the Shannon-Wiener diversity index (H) of 1.655 and the Simpson dominance index (c) of 0.214. Among these pests, *S. litura*, *P. hybneri*, *R. linearis*, *N. viridula* and *E. zinckenella* were the major pests in all survey locations. Meanwhile, there were three types of natural enemies identified, namely *Oxyopes* sp., parasitoids and *Coccinella* sp. with the Shannon-Wiener diversity index (H) of 1.088 and the Simpson dominance index (c) of 0.415. This suggests that pest control in this tidal area should consider such major existing pests and natural enemies.

Keywords: Insect pests, natural enemies, South Kalimantan, soybean.

### PENDAHULUAN

Kedelai merupakan tanaman pangan terpenting setelah padi dan jagung yang merupakan sumber utama protein dan minyak nabati. Permintaan kedelai nasional setiap tahunnya meningkat, dan umumnya dikonsumsi sebagai bahan baku produk pangan seperti tahu dan tempe. Namun peningkatan kebutuhan kedelai nasional tersebut tidak diiringi dengan peningkatan produksi kedelai dalam negeri. Konsumsi kedelai oleh masyarakat Indonesia terus meningkat setiap tahunnya yang dapat dilihat dari peningkatan defisit kedelai pada periode 1987-2015 rata-rata mencapai 9,20% per tahun. Kenyataan tersebut sangat mencemaskan karena ketergantungan terhadap kedelai impor meningkat pesat (Nuryati *et al.* 2016). Oleh karena itu dibutuhkan peningkatan produksi nasional, diantaranya melalui pengembangan kedelai pada lahan pasang surut.

Lahan pasang surut tipe C dan D merupakan salah satu jenis lahan yang mempunyai potensi besar untuk pengembangan usahatani kedelai di Indonesia. Luas lahan pasang surut yang sesuai untuk pengembangan tanaman pangan kurang lebih 10 juta hektar, yang tersebar di Pulau Sumatera dan Kalimantan (Mulyani dan Sarwani 2013). Pertanam-

an kedelai di Indonesia menghadapi permasalahan utama, antara lain: produktivitas di tingkat petani rendah (1,51 t/ha), teknik pengelolaan lahan, air, dan tanaman yang belum tepat, serta serangan organisme pengganggu tanaman yang sangat tinggi (Arifin 2012; Susanti *et al.* 2012; Nuryati *et al.* 2016; Rustam 2016; Santoso 2016). Salah satu kendala pengembangan kedelai di lahan pasang surut adalah kerusakan yang disebabkan oleh hama serangga. Menurut Rustam (2016), 15-20% produksi kedelai hilang setiap tahun secara langsung atau tidak langsung akibat serangan hama.

Hama serangga pada kedelai dapat diklasifikasikan menjadi: 1) pemakan batang, 2) pemakan daun, 3) pemakan polong (Tengkano 2007). Pada tahap perkecambahan terdapat lalat agromyza, juga dikenal sebagai lalat kacang *O. phaseoli* yang lebih sering menyerang tanaman muda. Larva *O. phaseoli* memakan korteks dan kepompongnya terjadi di pangkal batang. Pupa kadang-kadang dapat terlihat menempel di bawah lapisan epidermis. Pemakan daun, yang termasuk dalam ordo Lepidoptera dan Coleoptera meliputi: penggulung daun (*Lamprosema indica* Fabricius), *S. litura*, ulat jengkal (*Plusia calisites* Linnaeus), kumbang daun krisomelid (*Henosepilachna* spp.), dan *A. crenulata*. Serangga pengisap cairan tanaman *Aphis craccivora* Koch, *E. kerri*, *B. tabaci*, *R. linearis*, dan *N. viridula*, pemakan polong (*Helicoverpa armigera*) dan *E. zinckenella*, *Plautia fimbriata* Fabricius dan *Clavigralla* spp. Hama tersebut menyebabkan kerusakan yang nyata pada daun dan polong kedelai, serta penurunan hasil sampai 25% (Gaur dan Mogalapu 2018). Di Indonesia, beberapa hama utama yang dianggap berbahaya bagi tanaman kedelai adalah *L. indica*, *S. litura*, *P. calisites*, *R. linearis*, *N. viridula*, *P. hybneri*, dan *E. zinckenella* (Inayati dan Marwoto 2012; Indiaty 2014).

Menurut Schowalter (2016) status hama dapat berubah oleh satu atau lebih kombinasi dari beberapa faktor seperti perubahan dalam budi daya, perubahan dalam efisiensi musuh alami (patogen, parasitoid, dan predator), perubahan dalam intensitas aplikasi insektisida, perubahan nilai komoditas, perubahan nilai tingkat kerusakan ekonomi (Economic Injury Level), dan perubahan varietas yang ditanam. Oleh karena itu, survei terhadap serangga hama dan musuh alami yang terkait dengan tanaman kedelai di daerah pasang surut Kalimantan Selatan perlu dilakukan. Informasi tentang komposisi dan dominasi spesies hama dan musuh alaminya di berbagai lokasi penanaman kedelai sangat diperlukan karena dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan kebijakan pengendalian hama yang terintegrasi. Selain itu,

dapat juga digunakan untuk menentukan prioritas penelitian komponen teknologi pengendalian hama pada tanaman kedelai.

Tujuan dari survei ini adalah untuk mengetahui keanekaragaman dan dominasi hama kedelai serta musuh alaminya di lahan pasang surut. Diharapkan data tersebut dapat digunakan untuk menentukan strategi pengendaliannya atau rekomendasi Pengendalian Hama Terpadu (PHT) spesifik lokasi.

## BAHAN DAN METODE

Survei dilakukan pada agroekologi pasang surut Kalimantan Selatan pada musim kemarau 2016, saat tanaman kedelai ada di lapangan. Survei dilakukan pada bulan Juni dan November 2016. Pada bulan Juni survei dilakukan di Desa Kolam Makmur, Sido Mulyo dan Simpang Jaya (Kabupaten Barito Kuala). Sedang pada awal bulan November survei dilakukan di Desa Suato Tatakan dan Binuang (Kabupaten Tapin).

Pengambilan contoh serangga hama dan musuh alami dilakukan secara sengaja dan acak (*purposive random sampling*). Di setiap lokasi, sampel diambil pada tiga titik. Pengambilan sampel menggunakan jaring serangga ( $\varnothing = 40$  cm) sebanyak lima ayunan tunggal per titik (Tengkano 2007), sehingga dalam satu lokasi diambil sebanyak 15 ayunan tunggal. Pengamatan jenis dan musuh alami hama serta kerusakan tanaman dilakukan secara visual. Selain pengamatan langsung juga dilakukan pengambilan sampel hama dan musuh alami. Serangga hasil tangkapan dari jaring serangga kemudian dimasukkan ke dalam kantong serangga, dimatikan dengan insektisida, dikeringkan di bawah sinar matahari, dipisah-pisahkan, dihitung dan diidentifikasi di bawah mikroskop pembesaran 40x di laboratorium.

Identifikasi serangga dilakukan dengan bantuan buku kunci identifikasi serangga dan spesimen contoh atau petunjuk bergambar dari hama atau musuh alami hama. Sampel serangga terparasit yang ditemukan, dikoleksi di laboratorium untuk diidentifikasi lebih lanjut. Kunci identifikasi menggunakan Schell and Latchininsky (2007) dan Boror *et al.* (1996).

Indeks keragaman hama dan musuh alami hama ditentukan berdasarkan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (Brower dan Zar 1990) dengan rumus :

$$H = - \sum P_i \ln P_i$$

$$H = - \sum (n_i/N) \ln(n_i/N)$$

H: indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

ni : jumlah individu spesies ke-i

N : jumlah individu semua spesies

Apabila:

- Nilai  $H > 3$  menunjukkan keanekaragaman spesies pada suatu daerah melimpah tinggi.
- Nilai  $1 \leq H \leq 3$  menunjukkan keanekaragaman spesies pada suatu daerah melimpah sedang.
- Nilai  $H < 1$  menunjukkan keanekaragaman spesies pada suatu daerah sedikit atau rendah.

Indeks dominansi spesies hama atau musuh alami ditentukan berdasarkan indeks dominansi Simpson (Simpson 1949) dengan rumus :

$$c = \sum_{i=1}^s (ni/N)^2$$

s: jumlah spesies

c: indeks dominansi Simpson

ni: jumlah individu spesies ke-i

N: jumlah individu semua spesies

Apabila nilai **c** tinggi, maka dominansi (penguasaan) terpusat pada satu jenis. Apabila nilai **c** rendah, maka dominansi terpusat pada beberapa jenis. Kriteria indeks dominansi menurut Simpsons (1949) dalam Odum (1993) adalah :

- $0 < c < 0,5$  = tidak ada jenis yang mendominasi
- $0,5 < c < 1$  = terdapat jenis yang mendominasi

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Di Kabupaten Batola, pengambilan sampel hanya dilakukan di Desa Kolam Makmur, Simpang Jaya dan Sido Mulyo, karena pada saat itu tanaman kedelai hanya ada di tiga desa tersebut. Lahan di Desa Kolam Makmur sebagian besar ditumbuhi semak belukar yang berupa aneka gulma, kelapa sawit dan sedikit tanaman pangan seperti ubi kayu, kedelai dan ubi jalar. Tanaman kedelai hanya ditanam petani yang mempunyai kerja sama dengan instansi pertanian dan ditanam secara monokultur di hamparan yang luas. Pada saat survei tanaman kedelai memasuki fase berbunga. Varietas kedelai yang ditanam umumnya varietas Anjasmoro atau Kaba, karena benihnya sebagian besar berasal dari bantuan pemerintah. Lahan di Kolam Makmur cenderung kering. Komposisi jenis dan populasi hama kedelai yang ditemukan adalah *B. tabaci* (62%), *Empoasca* sp. (19%), *S. litura* (14%), *A. crenulata* (5%) dan *E. zinckenella* (0,4%) dengan jumlah total serangga contoh sebanyak 236 ekor (Tabel 1). Komposisi jenis musuh alami yang tertangkap ada tiga jenis, yaitu

*Oxyopes* sp. (23%), lebah parasit (73%) dan parasit dari famili Brachonidae (4%) dengan jumlah serangga 71 ekor musuh alami (Tabel 2). Populasi *B. tabaci* jumlahnya terbanyak dibandingkan hama yang lain, karena perilaku hidupnya yang selalu hidup menggerombol sehingga yang tertangkap juga tinggi, berbeda dengan hama yang lain yang hidupnya individu.

Lahan petani di Desa Simpang Jaya ditumbuhi bermacam-macam tanaman, baik tanaman pangan maupun hortikultura. Tanaman pangan meliputi padi, jagung, ubi kayu, dan kedelai, sedangkan tanaman hortikultura meliputi jeruk, cabai besar maupun kecil, dan bawang merah. Tanaman kelapa sawit tidak dijumpai di Simpang Jaya. Keragaman jenis dan populasi hama kedelai yang ditemukan adalah *B. tabaci* (72%), *E. kerri* (21%), *S. litura* (3%), *A. crenulata* (3%), dan *E. zinckenella* (0,7%) dengan jumlah total serangga contoh 144 ekor. Komposisi jenis musuh alami yang tertangkap ada tiga jenis, yaitu *Oxyopes* sp. (26%), parasitoid (70%), dan kumbang *Paederus fucipes* (4%) dengan jumlah serangga 23 ekor musuh alami.

Di Desa Sido Mulyo, vegetasi yang ditanam petani lebih banyak jenisnya daripada di Desa Kolam Makmur. Selain tanaman kelapa sawit dan karet yang merupakan tanaman tahunan, petani juga menanam kedelai, ubi kayu, ubi jalar, jagung dan padi air dalam. Tanaman hortikultura yang banyak ditanam adalah semangka dan mentimun. Komposisi jenis hama yang ditemukan adalah *B. tabaci* (53%), *E. kerri* (32%), *S. litura* (12%), dan *A. crenulata* (3%), sedangkan *E. zinckenella* tidak ditemukan selama survei. Jumlah total serangga contoh 176 ekor. Jenis musuh alami yang tertangkap ada tiga jenis, yaitu *Oxyopes* sp. (19%), parasitoid (71%), dan parasit dari famili Brachonidae (10%), sedang kumbang *P. fucipes* tidak ditemukan selama survei. Jumlah serangga contoh yang tertangkap 42 ekor musuh alami.

Di Kabupaten Batola, secara keseluruhan komposisi jenis hama pada pertanaman kedelai di dominasi oleh *B. tabaci*, *E. kerri* dan *S. litura*, sedangkan musuh alami didominasi oleh *Oxyopes* sp. dan parasitoid (Gambar 1). Petani Batola umumnya melakukan pengendalian hama secara kimiawi yang telah terjadwal waktunya, karena petani kedelai umumnya mendapat bantuan saprodi dari pemerintah.

Di Kabupaten Tapin, pengambilan sampel serangga dilakukan di Desa Suato Tatakan dan Binuang. Di dua desa tersebut tanaman kedelai sudah menjelang panen pada saat survei dilaksanakan, dan petani telah disibukkan dengan

**Tabel 1.** Kelimpahan jenis hama pada pertanaman kedelai di lahan pasang surut Kalimantan Selatan, MK 2016

| Lokasi pengambilan sampel        | Jenis dan populasi hama yang tertangkap jaring serangga*) |      |     |     |     |     |     |     |      |     |     | Kepadatan populasi |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|--------------------|
|                                  | K kb                                                      | Emp  | Gry | Bll | E z | Thr | Ws  | Lk  | Pizd | Rl  | Nv  |                    |
| Kab. Batola, Kec. Wanaraya       |                                                           |      |     |     |     |     |     |     |      |     |     |                    |
| ·Ds. Kolam Makmur                | 145                                                       | 44   | 34  | 12  | 1   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0   | 0   | 236                |
| ·Ds. Sido Mulyo                  | 93                                                        | 56   | 22  | 5   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0   | 0   | 176                |
| ·Ds. Simpang Jaya                | 104                                                       | 30   | 5   | 4   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0   | 0   | 144                |
| Kab.Tapin, Kec.Tapin Selatan     |                                                           |      |     |     |     |     |     |     |      |     |     |                    |
| ·Ds. Suato Tatakan               | 0                                                         | 0    | 0   | 21  | 0   | 0   | 47  | 4   | 12   | 19  | 17  | 120                |
| Kab.Tapin, Kec. Binuang          |                                                           |      |     |     |     |     |     |     |      |     |     |                    |
| ·Ds. Binuang                     | 0                                                         | 0    | 0   | 24  | 0   | 5   | 30  | 1   | 67   | 34  | 24  | 185                |
| Jumlah                           | 342                                                       | 130  | 61  | 66  | 2   | 5   | 77  | 5   | 79   | 53  | 41  | 861                |
| Persentase (dari total populasi) | 39,7                                                      | 15,1 | 7,1 | 7,7 | 0,2 | 0,6 | 8,9 | 0,6 | 9,2  | 6,2 | 4,8 |                    |

Keterangan: \*) satuan: ekor/15 ayunan tunggal. K kb = kutu kebul *Bemisia tabaci*; Emp = *Empoasca* sp; Gry = ulat grayak *Spodoptera litura*; Bll = belalang *Atractomorpha*; E z = *Etiella zinckenella*; Thr = thrip sp; Ws = walang sangit *Leptocoriza acuta*; Lk = lalat kacang *Ophiomyia phaseoli*; Pizd = *Piezodorus hybneri*; Rl = *Riptortus linearis*; Nv = *Nezara viridula*; Pdt pop = kepadatan populasi hama total tangkapan; Kab. = kabupaten; Kec. = kecamatan; Ds. = desa.

**Tabel 2.** Kelimpahan musuh alami pada pertanaman kedelai di lahan pasang surut Kalimantan Selatan, MK 2016

| Lokasi pengambilan sampel        | Jenis dan populasi musuh alam *) |      |      |     |      |      | Kepadatan populasi |
|----------------------------------|----------------------------------|------|------|-----|------|------|--------------------|
|                                  | Lb lb                            | Brch | Paed | Coc | Chac | Part |                    |
| Kab. Batola, Kec. Wanaraya       |                                  |      |      |     |      |      |                    |
| ·Ds. Kolam Makmur                | 16                               | 3    | 0    | 0   | 0    | 52   | 71                 |
| ·Ds. Sido Mulyo                  | 8                                | 4    | 0    | 0   | 0    | 30   | 42                 |
| ·Ds. Simpang Jaya                | 6                                | 0    | 1    | 0   | 0    | 16   | 23                 |
| Kab.Tapin, Kec. Tapin Selatan    |                                  |      |      |     |      |      |                    |
| ·Ds. Suato Tatakan               | 48                               | 9    | 0    | 16  | 4    | 68   | 145                |
| Kab.Tapin, Kec. Binuang          |                                  |      |      |     |      |      |                    |
| ·Ds. Binuang                     | 37                               | 5    | 0    | 4   | 1    | 37   | 84                 |
| Jumlah                           | 115                              | 21   | 1    | 20  | 5    | 203  | 365                |
| Persentase (dari total populasi) | 31,5                             | 5,8  | 0,3  | 5,5 | 1,4  | 55,6 |                    |

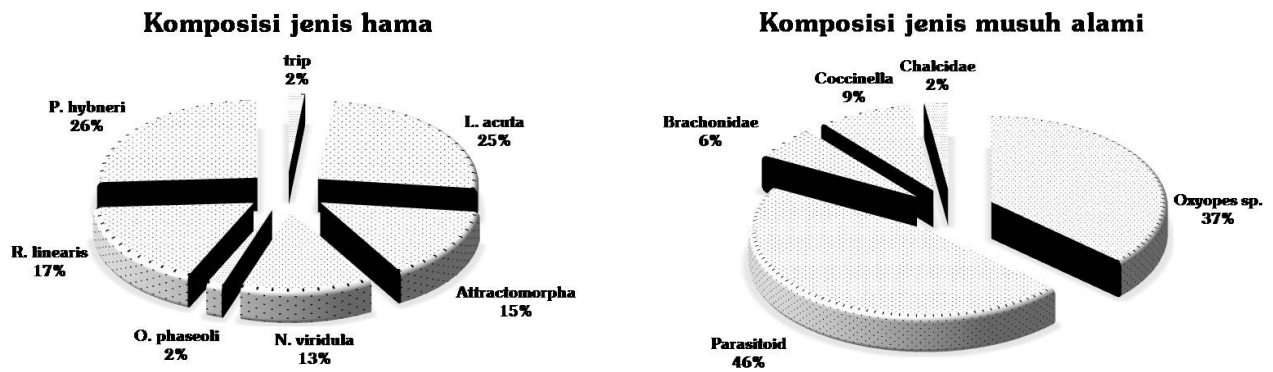
Keterangan: \*) satuan: ekor/15 ayunan tunggal. Lb lb = laba-laba; Brch = Braconidae; Paed = *Paederus*; Coc = *Coccinellidae*; Chac = *Chalcididae*; Part = serangga parasit; Kab. = kabupaten; Kec. = kecamatan; Ds. = desa

persiapan tanam padi untuk musim tanam berikutnya. Jenis hama yang ada di dua desa tersebut hampir sama dan didominasi oleh belalang, walang sangit (karena di sekitar tanaman kedelai juga ada tanaman padi), dan hama pengisap polong dari jenis *P. hybneri*, *R. linearis*. dan *N. viridula* dengan kepadatan populasi hama di Desa Suato Tatakan (145 ekor/15 ayunan) sedikit lebih tinggi daripada Desa Binuang yaitu 84 ekor/15 ayunan (Tabel 1). Komposisi jenis musuh alami yang banyak tertangkap ada tiga jenis, yaitu *Oxyopes* sp., parasitoid dan *Coccinella* sp. dengan kepadatan populasi musuh alami yang berbanding lurus dengan populasi hama baik di Desa Suato Tatakan maupun di Desa Binuang (Tabel 2).

Komoditas pertanian yang berkembang di Kabupaten Tapin sangat beragam. Tanaman pangan

dan palawija yang berkembang adalah padi, jagung, kedelai, kacang tanah, kedelai, ubi kayu dan ubi jalar. Hortikultura yang banyak ditanam adalah bawang merah, jeruk, cabe rawit, beragam sayuran. Tanaman obat yang banyak ditanam jahe. Komoditas perkebunan didominasi oleh karet dan kelapa sawit.

Secara keseluruhan, komposisi jenis hama yang ditemukan di Kabupaten Tapin adalah thrips (2%), walang sangit (25%), *A. crenulata* (15%), *N. viridula* (13%), *O. phaseoli* (2%), *R. linearis* (17%), dan *P. hybneri* sp. (26%), dengan jumlah total serangga contoh 305 ekor. Komposisi jenis musuh alami yang tertangkap ada lima jenis, yaitu *Oxyopes* sp. (37%), parasitoid (46%), parasit dari famili Braconidae (6%), *Coccinella* (9%) dan *Calcidae* (2%). Jumlah serangga contoh yang tertangkap sebanyak 228 ekor



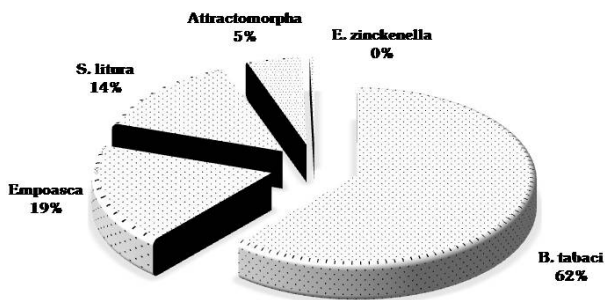
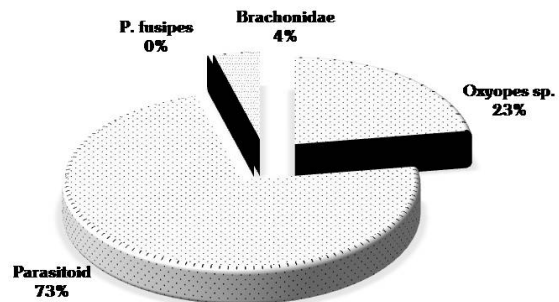
**Gambar 1.** Komposisi jenis hama dan musuh alami yang ada di pertanaman kedelai di Kabupaten Barito Kuala, Kalimantan Selatan. MK 2016

musuh alami (Gambar 2). Varietas kedelai yang ditanam adalah Anjasmoro yang benihnya sebagian besar berasal dari bantuan pemerintah. Petani di Desa Suato Tatakan melakukan pengendalian hama secara kimiawi hanya sekali yang dicampur dengan aplikasi ZPT, sehingga populasi musuh alami relatif lebih tinggi dibandingkan dengan populasi musuh alami di Kabupaten Batola.

Jenis hama dan musuh alami yang ditemukan di Kabupaten Barito Kuala dan Tapin komposisinya sangat berbeda. Perbedaan komposisi jenis hama ini disebabkan perbedaan jenis vegetasi yang ada, umur tanaman saat dilakukan pencatatan dan waktu dilakukan pencatatan. Begitu juga jenis musuh alami yang ditemukan sangat tergantung pada jenis hama yang ada di suatu daerah yang merupakan inangnya. Saat dilakukan pencatatan, tanaman kedelai yang ada di Batola masih pada fase vegetatif akhir (belum berpolong), sehingga hama yang ditemukan kebanyakan adalah hama perusak daun (15%) dan hama pengisap polong (*N. viridula*, *R. linearis*, *P. hybneri*)(83%), sedangkan hama perusak polong ditemukan sebanyak 2% (Gambar 1). Di Kabupaten Tapin, pencatatan dilakukan pada saat tanaman kedelai menjelang dipanen, sehingga hama yang ditemukan sebanyak 71% adalah hama pengisap daun (*E. kerri* dan *B. tabaci*)(Gambar 2). Komposisi jenis hama di suatu daerah sangat tergantung pada jenis vegetasi, umur tanaman, waktu pada saat dilakukan pengamatan, cara pengendalian hama, dan sejarah pola tanam di daerah bersangkutan (Biswas 2013; Evans *et al.* 2013; Indiaty *et al.* 2017). Matsubayashi *et al.* (2011) melaporkan bahwa kekhususan inang sebagai sumber pakan merupakan salah satu faktor terpenting yang menjelaskan keanekaragaman serangga. Menurut Schoonhoven *et al.* (2005) sebagian besar hama memiliki beberapa spesies tanaman inang dalam satu famili sebagai sumber makanan potensial, tetapi kurang dari 10% hama memiliki lebih dari tiga famili spesies tumbuhan sebagai calon inangnya. Namun secara umum

serangga hama yang berstatus sebagai hama utama kedelai tersebar di kedua kabupaten yang sedang membudidayakan kedelai (Tabel 1). Berdasarkan hasil survei, komposisi jenis hama kedelai yang ditemukan di Propinsi Kalimantan Selatan adalah *B. tabaci* (39,7%), *E. kerri* (15,1%), *O. phaseoli* (0,6%), *S. litura* (7,1%), *A. crenulata* (7,7%), *P. hybneri* (9,2%), *R. linearis* (6,2%), *N. viridula* (4,8%) dan *E. zinckenella* (0,2%) (Tabel 1), dengan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H) 1,655 dan indeks dominasi Simpson (c) 0,214. Besaran nilai  $H = 1,655$  dan  $c = 0,214$  menunjukkan bahwa keanekaragaman spesies di Kalimantan Selatan melimpah sedang, dan tidak ada spesies hama yang mendominasi. Di antara hama tersebut di atas, *S. litura*, *P. hybneri*, *R. linearis*, *N. viridula* dan *E. zinckenella* merupakan hama yang mempunyai status penting di semua lokasi pertanaman kedelai di Kalimantan Selatan. Komposisi jenis musuh alami yang banyak tertangkap ada tiga jenis yaitu *Oxyopes sp.* (31,5%), parasitoid (55,6%) dan *Coccinella sp.* (5,5%) dengan kepadatan populasi rendah. Berdasarkan perhitungan, indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H) musuh alami sebesar 1,088 dan indeks dominasi Simpson (c) sebesar 0,415. Besaran nilai  $H = 1,088$  dan  $c = 0,415$  menunjukkan bahwa keanekaragaman spesies musuh alami hama kedelai di Kalimantan Selatan melimpah sedang, dan tidak ada spesies musuh alami hama yang mendominasi.

*S. litura* merupakan salah satu serangga hama paling merusak di Wilayah Asia-Pasifik karena tingkat reproduksi yang tinggi dan mengakibatkan kerugian besar pada tanaman, khususnya bila intensitas kerusakan daun mencapai lebih dari 30%. Inang *S. litura* sangat luas meliputi 27 spesies tanaman yang terdiri dari 25 genus dan 14 famili yang meliputi tanaman budidaya, sayuran, gulma, buah-buahan dan tanaman hias (Ahmad *et al.* 2013). *S. litura* termasuk hama utama kedelai (Adie *et al.* 2012).

**Komposisi jenis hama****Komposisi jenis musuh alam**

**Gambar 2.** Komposisi jenis hama dan musuh alami yang ada pada pertanaman kedelai di Kabupaten Tapin, Kalimantan Selatan. MK 2016

Tanaman kedelai mampu mengkompensasi kehilangan daun, terutama jika serangan terjadi sebelum berbunga. Namun, hama dengan populasi tinggi akan mengakibatkan defoliiasi yang parah dan menghambat pertumbuhan tanaman. Serangan *S. litura* yang tinggi pada kedelai sangat dipengaruhi oleh keberadaan rerumputan di sekitar pertanaman kedelai (Hadi *et al.* 2016). Selain merusak daun, larva *S. litura* juga merusak polong muda. Pada kondisi endemis, *S. litura* menyebabkan defoliiasi/kerusakan daun hingga 100% dan merupakan kendala utama dalam mewujudkan potensi hasil kedelai (Bhatia *et al.* 2008).

Selain *S. litura*, pengisap polong juga bersifat polifag. Beberapa spesies tanaman Leguminosae seperti kedelai, kacang hijau, kacang gude, kacang komak, kacang buncis, alfalfa, *Crotalaria sp.*, dan *Sesbania rostrata* merupakan inang dari pengisap polong (Mohan 2019). Disamping itu, pengisap polong mempunyai daerah sebaran yang sangat luas di daerah sub tropis maupun tropis, termasuk Indonesia, Jepang bagian selatan, Amerika Serikat, Australia dan Eropa (Musser *et al.* 2010; Temple *et al.* 2011). Serangan pengisap polong menyebabkan kerusakan ekonomi sebagai akibat dari menurunnya kemampuan biji untuk tumbuh, menurunnya kualitas biji dan hasil, menurunnya vigor benih karena kerusakan jaringan akibat adanya tusukan pada benih, serta keterlambatan dalam pemasakan tanaman (Leonard *et al.* 2011; Rahman dan Lim 2017).

*E. zinckenella* merupakan salah satu hama polong yang mengancam di daerah sentra produksi kedelai di Indonesia (Tengkano 2007). Stadia penggerek polong yang merusak adalah larva. Larva penggerek polong akan membuat lubang gerakan pada polong lalu merusak biji dengan meninggalkan kotoran hasil gerakan. Imago penggerek polong dapat ditemukan pada pertanaman kedelai sejak pembungaan sampai menjelang panen. Serangan penggerek polong

menimbulkan kerusakan secara langsung dengan menurunkan kualitas dan kuantitas hasil panen (Rahayu *et al.* 2018). Jika hama tersebut menyerang tanaman kedelai antara umur 42 - 50 hari, dapat menyebabkan kehilangan hasil sekitar 78%, bahkan puso apabila tidak ada tindakan pengendalian (FFTC 2002).

Mengingat ke empat hama tersebut di atas merupakan hama utama dan hama potensial tanaman kedelai, maka budi daya kedelai di Provinsi Kalimantan Selatan harus selalu dipantau dari serangan *S. litura* pada fase vegetatif, *P. hybneri*, *R. linearis*, *N. viridula* dan *E. zinckenella* pada fase reproduktif. Pemantauan sebaiknya dilakukan minimal seminggu sekali untuk menentukan tindakan pengendalian yang tepat agar populasi hama tetap stabil di bawah aras keseimbangan.

## KESIMPULAN

Serangga hama yang ditemukan di lokasi survei sangat tergantung dari umur/fase pertumbuhan tanaman kedelai saat dilakukan pencatatan. Komposisi jenis hama kedelai yang ditemukan di Provinsi Kalimantan Selatan adalah *B. tabaci*, *E. kerri*, *O. phaseoli*, *S. litura*, *A. crenulata*, *P. hybneri*, *R. linearis*, *N. viridula* dan *E. zinckenella*, dengan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H) 1,655 dan indeks dominasi Simpson (c) 0,214. Di antara hama-hama tersebut, *S. litura*, *P. hybneri*, *R. linearis*, *N. viridula*, dan *E. zinckenella* merupakan hama penting di semua lokasi survei. Komposisi jenis musuh alami yang banyak ada tiga jenis yaitu *Oxyopes sp.*, parasitoid dan *Coccinella sp.* dengan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H) sebesar 1,088 dan indeks dominasi Simpson (c) sebesar 0,415.

Survei hama dan musuh alaminya di agroekosistem yang spesifik seharusnya dilakukan secara berkala agar fluktuasi populasi hama,

perubahan status dan dominasi hama, serta kemunculan hama baru dapat diidentifikasi secara cepat dan akurat serta tindakan pengendalian yang sesuai dapat dilakukan secara tepat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adie MM, Krisnawati A, Mufidah AZ. 2012. Derajat ketahanan genotipe kedelai terhadap hama ulat grayak. Hlm. 29-36. Dalam: Rahmianna AA, Yusnawan E, Taufiq A, Sholihin, Suharsono, Sundari T, Hermanto (Eds.). Peningkatan Daya Saing dan Implementasi Pengembangan Komoditas Kacang dan Umbi Mendukung Pencapaian Empat Sukses Pembangunan Pertanian. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor.
- Ahmad M, Ghaffar A, Rafiq M. 2013. Host plants of leaf worm, *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae) in Pakistan. Asian Journal of Agricultural Biology 1(1): 23-28.
- Arifin M. 2012. Bioinsektisida S/NPV untuk mengendalikan ulat grayak mendukung swasembada kedelai. Jurnal Pengembangan Inovasi Pertanian 5(1): 19-31.
- Bhatia VS, Singh P, Wani SP, Chauhan GS, Kesava Rao AVR, Mishra AK, Srinivas K. 2008. Analysis of potential yields and yield gaps of rainfed soybean in India using CROPGRO-Soybean model. Agricultural and Forest Meteorology 148: 1252-1265.
- Biswas GC. 2013. Insect pest of soybean (*Glycine max* L.), their nature of damage and succession with the crop stages. Journal of the Asiatic Society of Bangladesh Science 39: 1-8.
- Boror JD, Triplehorn AC, Johnson FN. 1996. Pengenalan Pelajaran Serangga Edisi VI, Penerjemah drh. Soetiyono Partosoedjojo, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Brower JE, Zar JH. 1990. Field and Laboratory for General Ecology. 3<sup>rd</sup> ed. Dubuque, Iowa: Wm. C. Brown Publisher.
- Evans LM, Allan GJ, Meneses N, Max TL, Whitham TG. 2013. Herbivore host-associated genetic differentiation depends on the scale of plant genetic variation examined. Evolution Ecology 27: 65-81.
- FFTC. 2002. Technology to control soybean seed fly and pod borer. [http://www.ffmpeg.agnet.org/library.php?func=view&id=20110805094557&type\\_id=7](http://www.ffmpeg.agnet.org/library.php?func=view&id=20110805094557&type_id=7)
- Gaur N., Mogalapu S. (2018) Pests of Soybean. p: 137-162. In: Omkar (eds.) Pests and Their Management. Springer, Singapore.
- Hadi B, Bradshaw J, Knodel J. 2016. Northern plains integrated pest management guide. [https://wiki.bugwood.org/NPIP:Armyworms\\_\(soybean\)#Northern\\_Plains\\_Integrated\\_Pest\\_Management\\_Guide](https://wiki.bugwood.org/NPIP:Armyworms_(soybean)#Northern_Plains_Integrated_Pest_Management_Guide)IPM. Diakses 12 Juli 2018.
- 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, Bejo, Rahayu M. 2017. Diversity of mung bean insect pests and their natural enemies in farmer's fields in East Java, Indonesia. Biodiversitas 18 (4): 1300-1307.
- 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.
- Leonard BR, Boquet DJ, Padgett B, Davis JA, Schneider R, Griffin JL, Valverde RA, Levy RJJr. 2011. Soybean green plant malady contributing factors and mitigation. Louisiana Agriculture 54: 32-34.
- Matsubayashi KW, Kahono S, Katakura H. 2011. Divergent host plant specialization as the critical driving force in speciation between populations of a phytophagous ladybird beetle. International Journal of Evolutionary Biology 24: 1421-1432.
- Mohan K. 2019. Pod sucking bug – *Riptortus linearis*. <https://drkrishi.com/pod-sucking-bug-riptomus-linearis/>. (Diakses 8 Februari 2019).
- Mulyani A, Sarwani M. 2013. Karakteristik dan potensi lahan suboptimal untuk pengembangan pertanian. Sumberdaya Lahan 7(1): 47-55.
- Musser FR, Lorenz GM, Stewart SD, Catchot AL. 2010. Soybean insect losses for Mississippi, Tennessee and Arkansas. Midsouth Entomologist 4: 22-28.
- Nuryati L, Waryanto B, Widaningsih R. 2016. Outlook Komoditas Pertanian Tanaman Pangan Kedelai. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Kementerian Pertanian. 85 Hlm. [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiQ4dbqmovhAhV-7XMBHQIUAN4QFjACegQICBAC&url=http%3A%2F%2Fperpustakaan.bappenas.go.id%2Ffontar%2Ffile%3Ffile%3Ddigital%2F166968-%5B\\_Konten\\_%5D-Konten%2520D188%205.pdf&usq=AOvVaw3pZ8rlp-cH\\_4S9ehRUd3st](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiQ4dbqmovhAhV-7XMBHQIUAN4QFjACegQICBAC&url=http%3A%2F%2Fperpustakaan.bappenas.go.id%2Ffontar%2Ffile%3Ffile%3Ddigital%2F166968-%5B_Konten_%5D-Konten%2520D188%205.pdf&usq=AOvVaw3pZ8rlp-cH_4S9ehRUd3st) (Diakses 19 Mrt 2019).
- Odum EP. 1993. Dasar-dasar Ekologi. 697 hlm. Dalam: Tjahjono Samangan. Edisi Ketiga. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Rahayu M, LOS Bande, Hasan A, Yuswana A and Rinambo F. 2018. Contribution of pod borer pests to soybean crop production (case in Pondidaha, Konawe District, Southeast Sulawesi). IOP Conference Series: Earth and Environment Science 122 012039.
- Rahman MM, Lim UT. 2017. Evaluation of mature soybean pods as a food source for two pod-sucking bugs, *Riptortus pedestris* (Hemiptera: Alydidae) and *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae).

- PLoS ONE 12(4): e0176187. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176187>
- Rustam. 2016. Keragaan produksi dan organisme pengganggu tanaman padi, jagung, dan kedelai di Provinsi Riau. *Jurnal Agrotek Tropica* 5(1): 39-54.
- Santoso AB. 2016. Pengaruh perubahan iklim terhadap produksi tanaman pangan di Provinsi Maluku. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 35(1): 29-38.
- SchellS, Latchininsky A. 2007. Insect Identification. University of Wyoming. [http://www.uwyo.edu/entomology/\\_files/\\_docs/slideshows/2007-major-insect-orders-of-horticultural-importance.pdf](http://www.uwyo.edu/entomology/_files/_docs/slideshows/2007-major-insect-orders-of-horticultural-importance.pdf).
- Schoonhoven LM, Van Loon B, Van Loon JJ, Dicke M. 2005. Insect-plant biology. Oxford University Press on Demand.
- Schowalter TD. 2016. Insect Ecology: An Ecosystem Approach, Fourth Edition. Academic Press. 774 p.
- Simpson EH. 1949. Measurement of Diversity. *Nature*. London.
- Susanti E, Ramadhani F, Runtunuwu E, Amien I. 2012. Dampak perubahan iklim terhadap serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) serta strategiantisipasi dan adaptasi. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Bogor.
- Temple J, Davis JA, Hardke J, Price P, Micinski S, Cookson C, Richter A, and Leonard BR. 2011. Seasonal abundance and occurrence of the redbanded stink bug in Louisiana soybeans. *Louisiana Agriculture* 54: 20-22.
- Tengkano W. 2007. Daerah penyebaran hama kedelai dan musuh alamnya di lahan kering masam Sumatera Selatan. Hlm. 369-383. Dalam: Harnowo D, Rahmiana AA, Suharsono, Adie MM, Rozi F, Subandi, Makarim AK (eds.). Peningkatan Produksi Kacangkacangan dan Umbi-umbian Mendukung Kemandirian Pangan. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor.

## Important Weeds and Their Control in Soybean Production under Rice-Soybean Cropping Pattern

Jenis-jenis Gulma Penting pada Kedelai dan Cara Pengendaliannya dalam Pola Tanam Padi-Kedelai

Arief Harsono\*, Suryantini, Siti Muzaiyanah

Indonesian Legumes and Tuber Crops Research Institute (ILETRI).

Jl. Raya Kendalpayak KM 8, PO BOX 66, Malang 65101, East Java, Indonesia

\*e-mail: rifharsono@yahoo.co.id

NASKAH DITERIMA 29 JANUARI 2019; DISETUJUI UNTUK DITERBITKAN 24 SEPTEMBER 2019

### ABSTRAK

Pengendalian gulma merupakan salah satu komponen teknologi dalam budi daya kedelai yang menyerap tenaga kerja dan biaya tinggi. Tujuan penelitian adalah untuk menentukan jenis-jenis gulma penting pada budi daya kedelai di lahan sawah setelah padi, dan mendapatkan teknik pengendalian. Penelitian dilaksanakan dua tahap, pertama adalah survei penentuan jenis-jenis gulma penting pada pertanian kedelai di lahan petani. Survei dilakukan di tiga kecamatan sentra produksi kedelai di Kabupaten Banyuwangi, yaitu di Gambiran, Purwoharjo, dan Tegal Dlimo. Penelitian kedua adalah teknik pengendalian gulma di lahan sawah setelah padi, dilaksanakan di Kebun Percobaan Genteng – Banyuwangi menggunakan rancangan acak kelompok tiga ulangan. Perlakuan terdiri atas: 1) tanpa pengendalian gulma, 2) penyiangan dua kali, 3) herbisida pratumbuh oxyfluorfen, 4) oxyfluorfen + herbisida pascatumbuh 2,4-D dimethylamide, 5) oxyfluorfen + penyiangan satu kali, dan 6) penyiangan satu kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gulma penting untuk kedelai pada lahan sawah setelah padi di Banyuwangi secara berurutan adalah *Oryza sativa*, *Cyperus rotundus*, *Ageratum* sp., *Echinochloa crusgalli*, dan *Pilantus niruri*. Gulma-gulma tersebut dapat dikendalikan secara efektif menggunakan herbisida oxyfluorfen. Cara pengendalian ini dapat mengurangi nilai penting gulma, dan meningkatkan hasil kedelai sama dengan tanaman disiang sekali atau dua kali. Hasil kedelai tanpa disiang, disiang sekali, dan menggunakan oxyfluorfen berturut-turut 0,60 t/ha, 1,87 t/ha, dan 1,93 t/ha. Penggunaan herbisida pratumbuh oxyfluorfen, menghemat penggunaan tenaga kerja dibanding jumlah tenaga kerja yang digunakan pada penyiangan sekali maupun dua kali.

Kata kunci: Kedelai, pengendalian gulma, sawah

### ABSTRACT

Weed control is one of technology components in soybean production that needs high labor and cost. The objective of this study was to determine the major weeds and their controls for soybean grown after rice in lowland. The study was conducted in two stages. The first stage was a survey to observe the major weeds in soybean crops grown after rice in the farmers' fields at three

central soybean production areas in Banyuwangi, namely Gambiran, Purwoharjo, and Tegal Dlimo subdistricts. The second stage was a trial conducted in lowland after rice in Genteng Research station, Banyuwangi during the dry season of 2013. The treatments were arranged in a randomized completely block design with three replications. The treatments consisted of: 1) without weed control, 2) weeding twice, 3) preemergence herbicide oxyfluorfen, (4) oxyfluorfen + postemergence 2,4-D dimethylamide, (5) oxyfluorfen + once hand weeding, and (6) once hand weeding. The results indicated that the major weeds were *Oryza sativa*, *Cyperus rotundus*, *Ageratum* sp., *Echinochloa crusgalli*, and *Pilantus niruri* consecutively. The weeds were effectively controlled by applying preemergence herbicide oxyfluorfen. This control method reduced the major weeds significantly and showed the same increase in seed yield as in other treatments (one and twice hand weeding) compared to the control treatment (without weeding). The soybean yield obtained from the treatment of without weeding, one hand weeding, and using oxyfluorfen herbicide was 0.60 t/ha, 1.87 t/ha, and 1.93 t/ha, respectively. The use of oxyfluorfen herbicide is more efficient in terms of labor use than that of hand weeding.

Keywords: lowland, production, soybean, weeds control.

### INTRODUCTION

In Indonesia, weed control for soybean crops is one component of technology that needs a lot of labor and cost. Weeds reduce soybean yield through the competition for one or more of growth limiting factors such as nutrients, water, and sunlight. Reduction of soybean yield due to weed infestation varies from 20-84% depending on weed type, weed population, and time of infestation (Tiwari and Kurchania 1990; Kachroo *et al.* 2003). Radjit and Purwaningrahayu (2007) reported that the important weeds for soybean crops in Indonesia are grasses weeds namely *Eleusine indica*, *Cynodon dactylon*, *Digitaria ciliaris*, *Imperata cylindrical*; and broad-leaves weeds namely *Amaranthus* sp., *Ageratum*

*conysooides*, and *Borirea alata*. The presence of *Amaranthus* sp., *D. ciliaris* and *C. rotundus* as many as 20% of the soybean plants population decreased grain yield by 35%, 21% and 15%, respectively (Suhartina and Riwanodja 1997).

The amount of labor requirement for controlling weeds varies depend on weed population and time of its control. Ardjasa and Bangun (1993) reported that hand weeding in soybean cultivation needs 50 man working days/ha (50 MWD/ha). Weed control during the entire soybean growth phase is generally carried out twice, i.e at 2-3 and 5-6 weeks after sowing (WAS) that need 20-50 and 15-30 MWD/ha, respectively. However, such a high amount of labors will be reduced through the use of herbicides despite of its positive and negative impacts. The positive impact of herbicide is weeds can be controlled in shorter time even under large areas and the weeds stover can be used as mulch so that inhibit water evaporation and prevent erosion. The negative impact of herbicides is that it damages the soybean crops, so it should be carefully applied. The continuous use of one type herbicide in the same area will cause increasing weed resistance to herbicide, that make the existing weeds are difficult to control (Situmorang 2011; Bhatti et al. 2013).

Since the amount of family members is continuously reducing, weed control is often done late and even if is not optimally undertaken. This condition causes the soybean plants are unable to grow optimally and therefore produce grains far below its genetic potential. Several kinds of herbicide are effectively reduce weeds growth as well as reduce the production cost. However, the effectiveness of using herbicide is depending on the suitability between the types of herbicide and the targeted weeds (Matzenbacher et al. 2014; Harsono dan Widaryanto 2015). Rustikawati (1987) reported that pre emergence herbicides ametryne and alachlor were able to inhibit the germination of *Paspalum conjugatum* and *Borreria alata* better than that of diuron. Wardoyo et al. (2011) reported that the presence of glyphosate residues in the soil will

decrease within six weeks after application, whereas the amount was determined by rainfall and water infiltration into the soil. Increasing the doses of glyphosate application will increase P, Mg, and N total contained by the soil, but reduce the population of rhizobium and P-solubilizing bacteria, as well as availability of Ca in the soils. The objectives of the present study were to determine the important weeds in soybean production and to obtain the effective weed control for soybean produced in lowland after rice.

## MATERIALS AND METHODS

Two research were conducted in order to determine and control the important weeds of soybean grown in lowland areas after rice. The first research was conducted by observing the important weeds of soybean crops in the farmers' fields and the existing weed controls practised by farmers. The survey was conducted at soybean central production areas in Banyuwangi District, East Java Province during the growing season of 2013. Survey was conducted in three subdistricts, with two villages in each subdistrict. The data collection included the weeds density, weeds dominance, and weeds frequency. These parameters were used to calculate the important value of weeds.

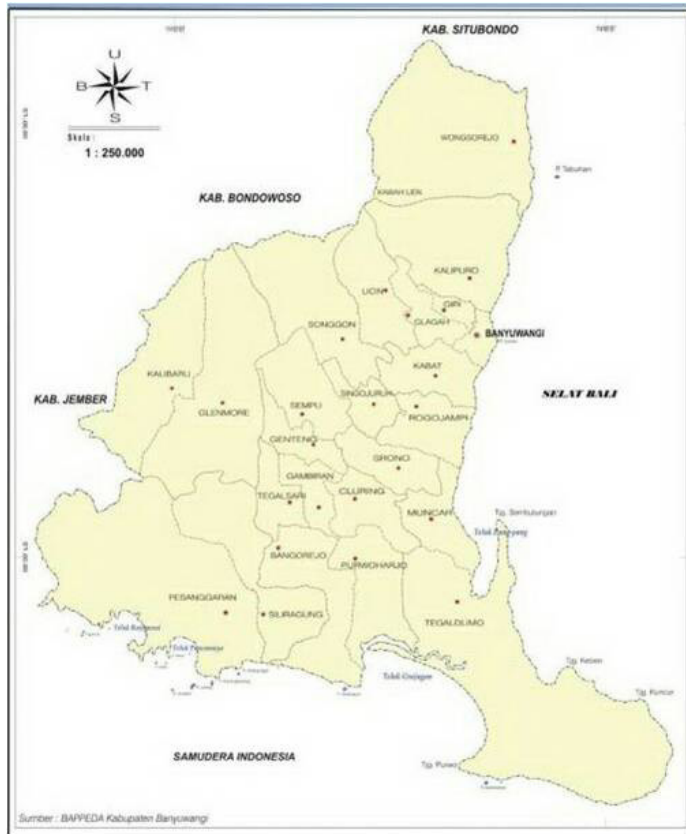
The second research was field trial conducted in lowland after rice at Genteng Research Station in Banyuwangi District, East Java in dry season of 2013. A randomize completely block design with three replications was applied. The treatments were listed in Table 1.

Each treatment was conducted in a 55 m x 8 m plot size. The seeds of Anjasmoro cultivar were planted with plant spacing of 30 cm (interrow) x 15 cm (intrarow), two plants/hill, and fertilized with 50 kg Urea + 50 kg SP36 + 50 kg KCl/ha. Data collected were weeds density, weeds dominance, and weeds frequency (these data were used to calculate the importance value of weeds): plant

**Table 1.** Treatments of weed controls for soybean grown in lowland areas after rice. Banyuwangi District, dry season 2013.

| Treatments                                         | No weedl<br>contro | Hand<br>weeding  | Preemergence herbicide<br>oxyfluorfen 2 L/ha | Postemergence herbicide<br>2,4-D dimethylamide 2 L/ha |
|----------------------------------------------------|--------------------|------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Control (no weeding)                               | +                  | -                | -                                            | -                                                     |
| Hand weeding (2x)                                  | -                  | 21 DAS<br>41 DAS | -                                            | -                                                     |
| Preemergence herbicide oxyfluorfen                 | -                  | -                | 10 DBS                                       | -                                                     |
| oxyfluorfen + postemergence<br>2,4-D dimethylamide | -                  | -                | 10 DBS                                       | 21 DAS                                                |
| oxyfluorfen + hand weeding (1x)                    | -                  | 41 DAS           | 10 DBS                                       | -                                                     |
| Hand weeding (1x)                                  | -                  | 21 DAS           | -                                            | -                                                     |

DBS = days before sowing, DAS = days after sowing



**Figure 1.** Location of the survey sites in Banyuwangi District: Gambiran, Purwuharjo, and Tegal Dlimo subdistricts; and the field trial location; Genteng Research Station.

height, filled pods number/plant, and grain yield/plot.

The importance weed value index was calculated by the following formulas (Tjitrosoedirdjo et al. 1984) :

Absolute Weed Frequency (F) =

$$\frac{\text{number of plots that contained weeds}}{\text{total number of the plots observed}}$$

Relative Frequency (FR) =

$$\frac{\text{absolute frequency of a species of weed}}{\text{total absolute frequency of all species of weeds}} \times 100\%$$

Relative weed density (DR) =

$$\frac{\text{absolute density of a species of weed}}{\text{total density of all species of weeds}} \times 100\%$$

Absolute weed density (D) = number of individual weeds species in the sampled plot,

Relative weed dominance (AR)=

$$\frac{\text{absolute dominance a species of weed}}{\text{total absolute dominance of all species of weeds}} \times 100\%$$

Absolute Dominance (A) = the basal area of weeds species that cover the plot sample,

Importance Value Index (IVI) =  
FR + DR + AR.

## RESULT AND DISCUSSION

### The Important Weeds in Soybean Production

The important weeds in soybean crops grown in lowland areas after rice in Banyuwangi District were *O. sativa*, *C. rotundus*, *E. crusgalli*, *Ageratum* sp., and *P. niruri* (Table 2). This information was supported by Triyono (2010) who found the same dominant weeds in soybean crops grown in paddy/rice. *C. rotundus* and *E. crusgalli* were also reported by Riry (2006) as the dominant weeds in soybean crops in Karawang District, West Java. Therefore, for cultivating soybean in lowland after rice, those weeds need special attention to control.

In Purwuharjo Subdistrict, farmers generally grow soybean in lowland areas following the cropping pattern of rice-soybean-soybean. The existing technology consists of regular plant spacing (30-40 cm x 10-15 cm, two plants/hill), post-emergence glyphosate herbicide with the rate of 11 tanks/ha, the application of 150 kg SP36/ha,

**Table 2.** The important value of weeds for soybean grown in lowland after rice in Banyuwangi. Dry season 2013

| Name                         | Important value (%) in Subdistrict* |             |          |         |
|------------------------------|-------------------------------------|-------------|----------|---------|
|                              | Purwoharjo                          | Tegal Dlimo | Gambiran | Average |
| <i>Cyperus rotundus</i>      | 37,2                                | 10,8        | 12,8     | 20,3    |
| <i>Pilantus niruri</i>       | 8,9                                 | 4,3         | 2,7      | 5,3     |
| <i>Ageratum sp</i>           | 0,4                                 | 0           | 1,8      | 0,7     |
| <i>Oriza sativa</i>          | 38,5                                | 45,7        | 19,2     | 34,5    |
| <i>Panicum repens</i>        | 2,9                                 | 0           | 0        | 1,0     |
| <i>Cynodon dactylon</i>      | 0,2                                 | 0           | 0        | 0,1     |
| <i>Richardia stiliaris</i>   | 1,2                                 | 0           | 0        | 0,4     |
| <i>Echinochloa crusgalli</i> | 4,6                                 | 18,3        | 9,1      | 10,7    |
| <i>Erigeron sumatrensis</i>  | 4,5                                 | 0           | 0        | 1,5     |
| <i>Axonopus compressus</i>   | 0,8                                 | 0           | 0        | 0,3     |
| <i>Euphorbia hirta</i>       | 0,4                                 | 0           | 0        | 0,1     |
| <i>Eleusine indica</i>       | 0,4                                 | 0           | 0        | 0,1     |
| <i>Echinochloa colonum</i>   | 0                                   | 5,3         | 0        | 1,8     |
| <i>Ageratum sp</i>           | 0                                   | 2,2         | 37,2     | 13,1    |
| <i>Murdannia nudiflora</i>   | 0                                   | 1,1         | 0        | 0,4     |
| <i>Digitaria sp</i>          | 0                                   | 12,3        | 0,9      | 4,1     |
| <i>Cleome</i>                | 0                                   | 0           | 0,5      | 0,2     |
| <i>Physalis angulata</i>     | 0                                   | 0           | 0,7      | 0,2     |
| <i>Other weeds</i>           | 0                                   | 0           | 13,9     | 0,4     |

and six times insecticides application, that resulted 2,0 - 2.5 t/ha of soybean yield. The five important weeds in the first soybean crops of the cropping pattern were *O. sativa* (seedlings stubble), *C. rotundus*, *P. niruri*, *E. crusgalli*, and *E. sumatrensis*, respectively (Table 2).

In Tegal Dlimo Subdistrict, soybeans are usually planted by broadcasting the seeds onto the rice field without any preemergence herbicide application. Consequently, weed population during vegetative growth phase of soybean crops was very high and it was difficult to control. Planting soybean by broadcasting the seeds on the ground is unfavorable because it triggers the growth of weeds due to irregular plant spacing. The plant spacing among soybean plants significantly affect the growth of weeds (Young *et al.* 2001; Hock *et al.* 2006) *i.e* at wide plant spacing the density of weeds is higher compared to those in narrow plant spacing, especially the interrow spacing. Five important weeds for soybean grown after the lowland rice in Gambiran were *O. sativa*, *E. crusgalli*, *Digitaria sp* and *C. rotundus*, *E. colonum* (Table 2). The soybean yield obtained with the existing technology generally in the range of 1.0-1.4 t/ha.

In Gambiran Subdistrict, farmers generally plant soybean after rice by broadcasting the seeds with inappropriate soil preparation and weed control. This is because soybean should be planted immediately after rice was harvested, meanwhile farmer faced labor shortage for preparing the soil

and planting soybean especially when soybean should be planted with regular plant spacing. The weeds growth and densities are usually very high, so their effect on soybean growth and yield was very significant. The soybean yield obtained with farmer's technology was generally in the range of 0.8 to 1.2 t/ha. The five important weeds for soybean crops in Gambiran were *Ageratum sp.*, *O. sativa*, *C. rotundus*, *E. crusgalli*, and *P. niruri* (Table 2).

### The Effectiveness of Weed Control Technology

In line with the important or main weeds that were found during survey in Banyuwangi, the important weeds found in the control plots (no weeding treatment) of the field trial at Genteng, Banyuwangi were *Echinochloa sp.*, *C. rotundus*, *P. niruri*, and *O. sativa*. This high population of *O. sativa* in the field trial (Table 3) was very common as the previous crop was rice, and postharvest losses in the form of grains were left on the fields. Weed control techniques could change the type of important or main weeds among the soybean crops. The high important value of weed means the weeds highly covered the field with high population and frequency.

This study showed that at 20 DAS the weeds control by twice hand weeding reduced the importance value of weeds, but did not reduce the

**Table 3.** Effect of weed control methods on the importance of weeds in soybean crops at 20, 40 and 60 DAS. Genteng. Dry season 2013

| Weed species                  | Importance value of weed on different weed control method (DAS) |       |      |               |      |      |                                      |      |       |                                    |      |      |                             |      |      |              |      |      |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------|------|---------------|------|------|--------------------------------------|------|-------|------------------------------------|------|------|-----------------------------|------|------|--------------|------|------|
|                               | No weeding                                                      |       |      | Twice Weeding |      |      | Pre emergence herbicide oksifluorfen |      |       | oksifluorfen + 2,4-D dimethylamide |      |      | oksifluorfen + Once weeding |      |      | Once Weeding |      |      |
|                               | 20                                                              | 40    | 60   | 20            | 40   | 60   | 20                                   | 40   | 60    | 20                                 | 40   | 60   | 20                          | 40   | 60   | 20           | 40   | 60   |
| <i>Amaranthus</i> sp.         | 8.26                                                            | 3.07  | 0    | 0.35          | 0.23 | 0.12 | 0                                    | 0.25 | 1.96  | 1.07                               | 0    | 0    | 0                           | 0.24 | 0.22 | 0.24         | 0.14 | 0.20 |
| <i>Richardia brasiliensis</i> | 12.12                                                           | 3.48  | 0.11 | 0.31          | 0.14 | 0.18 | 41.39                                | 0.47 | 12.36 | 0                                  | 0.27 | 0.23 | 24.56                       | 0.45 | 0.21 | 0.26         | 0.28 | 0.32 |
| <i>Echinochloa colonumoa</i>  | 6.47                                                            | 14.58 | 0.34 | 0.39          | 0.86 | 0.32 | 9.96                                 | 0.62 | 1.03  | 0.42                               | 0.51 | 0.31 | 5.86                        | 0.72 | 0.94 | 0.27         | 0.65 | 0.34 |
| <i>Phasipalium dilatatum</i>  | 13.74                                                           | 8.64  | 0.38 | 0.54          | 0.39 | 0.66 | 5.80                                 | 0.34 | 19.97 | 0.14                               | 0.32 | 0.81 | 8.82                        | 0.38 | 0.37 | 0.59         | 0.34 | 0.90 |
| <i>Axonopus compresus</i>     | 14.36                                                           | 0.00  | 1.07 | 0.47          | 0.21 | 0.33 | 15.30                                | 0    | 5.05  | 0.34                               | 0    | 0.43 | 11.89                       | 0    | 0.32 | 0.44         | 0    | 0.18 |
| <i>Oryza sativa</i>           | 1.99                                                            | 28.23 | 0.38 | 0.23          | 0.12 | 0.22 | 11.41                                | 0.23 | 5.76  | 0.78                               | 0.40 | 0.66 | 22.94                       | 0.33 | 0.28 | 0.19         | 0    | 0.19 |
| <i>Philaranthus niruri</i>    | 28.79                                                           | 19.28 | 0.26 | 0.36          | 0.39 | 0.45 | 0                                    | 0.40 | 12.40 | 0.13                               | 0.53 | 0.15 | 0                           | 0.13 | 0.24 | 0.65         | 0.36 | 0.31 |
| <i>Portulaca oleracea</i>     | 7.07                                                            | 0     | 0    | 0.17          | 0    | 0    | 0                                    | 0    | 0     | 0                                  | 0    | 0    | 0                           | 0    | 0    | 0.10         | 0    | 0    |
| <i>Cyperus rotundus</i>       | 7.42                                                            | 16.67 | 0.28 | 0.10          | 0.57 | 0.63 | 18.15                                | 0.53 | 41.12 | 0.46                               | 0.34 | 0.36 | 27.98                       | 0.55 | 0.78 | 0.20         | 0.49 | 0.57 |
| <i>Physalis angulata</i>      | 2.03                                                            | 2.34  | 0    | 0.11          | 0    | 0.13 | 0                                    | 0    | 0     | 0                                  | 0    | 0    | 0                           | 0    | 0.18 | 0.14         | 0.27 | 0    |
| Legetan                       | 0                                                               | 0.99  | 0.12 | 0.13          | 0.33 | 0    | 0                                    | 0    | 2.89  | 0                                  | 0    | 0    | 0                           | 0.10 | 0.12 | 0.17         | 0    | 0    |
| <i>Digitaria</i> sp.          | 0                                                               | 0.12  | 0    | 0             | 0    | 0    | 0                                    | 0.36 | 0     | 0                                  | 0.78 | 0    | 0                           | 0.19 | 0    | 0            | 0.60 | 0    |
| <i>Ageratum</i>               | 0                                                               | 0     | 0    | 0             | 0.12 | 0.25 | 0                                    | 0    | 0     | 0                                  | 0    | 0    | 0                           | 0    | 0    | 0            | 0    | 0    |

DAS = Days after sowing

number of weed species growing. This means that hand weeding only reduced the population of individual weed and did not reduce the number of weed species that grow after weeding (Table 3). These findings are in accordance with Amare *et al.* (2014) who stated that hand weeding was effectively reduced weed population over control (untreated plot). Meanwhile, the use of preemergence herbicide besides capable of reducing the important weeds, it was also able to reduce weeds diversity (Table 3). The important weeds were significantly decreased by the combination treatment between pre-emergence herbicide oxyfluorfen and postemergence herbicide 2,4-D dimethylamide. The combination of pre and postemergence herbicides treatment was able to reduce the weed population similar to that obtained by twice hand weeding, and was also able to reduce more numbers of weed species (weeds diversity). Chauhan *et al.* (2012) and Anwar (2017) reported that combining herbicides was often more effective for controlling weeds rather than its individual application.

At 40 DAS, the use of preemergence herbicide oxyfluorfen was consistently reduce the importance of weeds value of each weed species similar to those of twice hand weeding, and it also reduced the number of weed species. It means, the application of preemergence herbicide caused the seeds of some

weeds species were unable to germinate and resulted in weeds succession. The use of preemergence herbicide oxyfluorfen followed by postemergence herbicide 2,4-D dimethylamide reduced weeds growth better than that of twice hand weeding through the reduction of the importance value of all weeds species. Similarly, the use of preemergence herbicide oxyfluorfen followed by once hand weeding was able to decrease the growth of weeds (Table 3).

The application of preemergence herbicide oxyfluorfen reduced the growth of weeds up to 40 DAS (Table 3). The importance value of individual weeds decreased when the use of preemergence herbicide was accompanied by postemergence herbicide or with hand weeding. Weed control by preemergence herbicide, or by the combination of pre and postemergence herbicides, consistently reduced the species of weeds and the importance value of individual weed better than that of hand weeding.

Grasses weeds such as *R. brasiliensis*, *E. colonumoa*, *P. dilatatum*, *A. compresus* and *C. rotundus* are important weeds that could not be properly controlled by preemergence herbicide. The combination of pre and postemergence herbicides, however, it was more effective in controlling weeds. Jannink *et al.* (2000) reported that *C. rotundus* was

difficult to control and significantly reduced the soybeans growth and yield due to competition of moisture, carbon dioxide, light, and nutrient. It seems that there was an allelopathic effects as well. *Amaranthus sp* and *P. niruri* are broad leaves weeds, are relatively have a short of life period, however they have rapid multiplication rate by producing a lot of seeds (Deuber 1992), so they are relatively difficult to control. Table 3 shows that *P. niruri* is found in almost all treatments, while *P. oleracea* is a broad leaves weed that easiest to control. This weed was found only in 20 days old soybean crops and then it will not grow to any further. Other species of weeds such as *P. angulata*, *Digitaria sp.*, and *Ageratum* belong to the group of weeds that moderately difficult to be controlled.

The plant height of soybean at 20, 40, 60 DAS and harvest was not affected by all weed control methods including control treatment (Table 4) due to faster weeds growth rather than the soybean plants growth. The use of preemergence herbicide oxyfluorfen as well as its combination with post-emergence herbicide 2,4-D dimethylamide did not inhibit the soybean growth. Akter *et al.* (2016) reported that weed management play a significant role in determining soybean growth and seed yield. The different sowing date and weed control methods had significant effect on relative weed density, weed biomass, plant height, and seed yield of soybean.

Weed control treatments increased number of filled pods and grain yield. The use of preemergence herbicide oxyfluorfen was able to produce highest number of filled pods, and subsequently followed by twice hand weedings, oxyfluorfen + once hand weeding, and once hand weeding (Table 5). Combination of preemergence herbicide oxyfluorfen and postemergence herbicide 2,4-D dimethylamide produced the highest grain yield of 2.11 t/ha or 251% higher than that without weed control (0.60 t/ha). However, the seed yield of this treatment did not significantly different from those of preemergence herbicide oxyfluorfen; oxyfluorfen + postemergence 2,4-D dimethylamide, once hand weeding, and twice hand weeding (Table 5). In terms of labor use, the application of preemergence herbicide oxyfluorfen was more efficient compared to once or twice hand weedings. Peer *et al.* (2013) reported that integrated use of herbicides gave higher soybean seeds yield compared to its individual application. According to Akter *et al.* (2016) sowing date and weed management play a significant role in determining soybean growth and yield. The different sowing dates and weed control methods had significant effect on relative weed density, weed biomass, plant height, and seed yield of soybean.

Two times hand weeding (20 and 40 DAS) controlled the weeds most effective and gave highest seed yield (2.23 t/ha) which was statistically similar (2.19 t/ha) to that of herbicide application.

## CONCLUSION

Weeds become an important issue in soybean central production areas in Banyuwangi, East Java. The important weeds for soybean crops grown in dry season at the lowland after rice were *O. sativa*, *C. rotundus*, *E. crusgalli*, *P. niruri*, and *Ageratum sp.* The weeds could be effectively controlled by the use of preemergence herbicide oxyfluorfen. This control method reduced the importance of weeds significantly, and increased soybean yield similar to the yield obtained by soybean crops with once or twice hand weedings. The soybean yields without any weeding, once hand weeding, preemergence herbicide oxyfluorfen were 0.60 t, 1.87 t, and 1.93 t/ha, respectively. From this research activity, it can be suggested that weed control in soybean cultivation is sufficiently using preemergence herbicide oxyfluorfen. This method was able to give soybean yield equal to that of once or twice hand weedings.

## ACKNOWLEDGEMENT

The authors thank to Mr. Sumarno and Sugiyono the coordinator and technical officer of Genteng Research station in Banyuwangi, and Mr. Urip Sembodo as field assistant for the implementation of these activities.

## REFERENCES

- Amare T, Sharma JJ, Zewdie K. 2014. Effect of weed control methods on weeds and wheat (*Triticum Aestivum* L.) yield. World Journal of Agricultural Research 1(2): 124-128
- Anwar R. 2017. Uji berbagai herbisida dalam mengendalikan gulma pada pertanaman padi sawah tebar langsung dan kedelai di lahan basah. Jurnal Agroqua: Media Informasi Agronomi dan Budidaya Perairan 8(1): 16-20.
- Akter N, Amin AKMR, Haque MN, Masum SM. 2016. Effect of sowing date and weed control method on the growth and yield of soybean. Poljoprivreda 22(1): 19-27.
- Ardjasa WS, Bangun P. 1993. Pengendalian Gulma pada Kedelai. Pp. 357-367. In : Somaadmadja S, Ismunadji M, Sumarno, Syam M, Manurung SO, Yuswardi (eds.). Kedelai. Puslitbangtan, Bogor.
- Bhatti KH, Parveen T, Farooq A, Nawaz K, Hussain K,

- Siddiqui EH. 2013. A critical review on herbicide resistance in plants. *World Applied Sciences Journal* 27(8): 1027-1036.
- Chauhan BS, Singh RG, Mahajan G. 2012. Ecology and management of weeds under conservation agriculture: A review. *Crop Protection* 38: 57-65.
- Deuber R. 1992. *Ciência das plantas daninhas 1: Fundamentos*. Legis Luma Ltda, Jaboticabal: 438 p.
- Harsono A, Widaryanto E. 2015. Pengelolaan Gulma pad Budidaya Kacang Tanah. . In: Kasno A, Rahmianna AA, Mejaya IMJ, Harnowo D, Purnomo S. (eds). *Kacang Tanah Inovasi Teknologi dan Pengembangan Produk*. Monograf Balitkabi, 13: 215-233.
- Hock SM, Knezevic SZ, Martin A, Lindquist JL. 2006. Soybean row spacing and weed emergence time influence weed competitiveness and competitive indices. *Weed Science* 54(1): 38-46.
- Jannink JL, Orf JH, Jordan NR, Shaw RG. 2000. Index selection for weed suppressive ability in soybean. *Crop Science* 40(4): 1087 -1094.
- Kachroo D, Dixit AK, Bali AS. 2003. Weed management in oilseed crop - A review. *Journal Research SKUAST – Jammu* 2:1-12.
- Matzenbacher FO, Vidal RA, Merotto JR A, Trezzi MM. 2014. Environmental and physiological factors that affect the efficacy of herbicides that inhibit the enzyme protoporphyrinogen oxidase: a literature review. *Planta Daninha* 32(2): 457-463.
- Peer FA, Hassan BB, Lone A, Qayoom S, Ahmad L, Khanday BA, Singh P, Singh G. 2013. Effect of weed control methods on yield and yield attributes of soybean. *African Journal of Agricultural Research* 8(48): 6135-6141.
- Radjid BS, Purwaningrahayu RD. 2007. Pengendalian Gulma pada Kedelai. Dalam: Sumarno, Suyanto, Widjono A, Hermanto, Kasim H (eds). *Kedelai: Teknik Produksi dan Pengembangan*. Puslitbangtan, Balitbang Pertanian, Bogor, p: 281-295.
- Riry J. 2006. Daya saing tanaman kedelai hasil desikasi herbisida paraquat dan glifosat terhadap cekaman gulma. *Jurnal Agrista* 10(1): 1-9.
- Rustikawati. 1987. Efektivitas Beberapa Herbisida pada Beberapa Tingkat Pengapuran Tanah. [Thesis]. Institut Pertanian Bogor, Indonesia
- Tiwari JP, Kurchania SP. 1990. Survey and management of weeds in soybean (*Glycine max*) ecosystem in Madhya Pradesh. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 60(10): 672-676.
- Triyono K. 2010. Pengaruh jarak tanam dan cara pengendalian gulma terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai. *Innofarm* 9:70-77.
- Suhartina dan Riwanodja. 1997. Ambang kendali gulma pada tanaman kedelai. Laporan Teknis Balitkabi. 11 hlm.
- Tjitrosoedirdjo S, Utomo IH, Wiroatmodjo J. 1984. *Pengelolaan Gulma*. PT Gramedia, Jakarta.
- Wardoyo SS, Haridjaja O, Widiatmaka. 2011. Distribusi herbisida glifosat di dalam tanah dan pengaruhnya terhadap ciri tanah serta pertumbuhan kedelai. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 10(2): 40-45.
- Young BG, Young JM, Gonzini LC, Hart SE, Wax LM, Kapusta G. 2001. Weed management in narrow- and wide-row glyphosate resistant soybean (*Glycine max*). *Weed Technology* 15(1): 112-121.

## Changes of Chemical Composition and Aflatoxin Content of Peanut Products as Affected by Processing Methods

*Pengaruh Cara Pengolahan terhadap Komposisi Kimia dan Kadar Aflatoksin Produk Olahan Kacang Tanah*

**Erliana Ginting, Agustina Asri Rahmianna, Eriyanto Yusnawan**

Indonesian Legumes and Tuber Crops Research Institute (ILETRI).  
Jl. Raya Kendalpayak KM 8, PO BOX 66, Malang 65101, East Java, Indonesia  
\*e-mail: erlianaginting@yahoo.com

NASKAH DITERIMA 11 JULI 2019; DISETUJUI UNTUK DITERBITKAN 30 SEPTEMBER 2019

### ABSTRAK

Produksi kacang tanah di Indonesia sebagian besar dimanfaatkan sebagai bahan pangan, sehingga aspek nilai gizi dan kontaminasi aflatoksin menjadi isu penting ditinjau dari ketahanan dan keamanan pangan. Kacang tanah mengalami perubahan fisik dan kimia selama pengolahan yang mengakibatkan nilai gizinya berkurang dan tidak aman dikonsumsi. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian pengaruh cara pengolahan terhadap komposisi kimia dan kandungan aflatoksin produknya. Polong kering yang diperoleh dari hasil panen petani di Ponorogo, Jawa Timur disimpan selama satu bulan, kemudian diolah menjadi kacang goreng, sambel pecel, bungkil kacang, bungkil kacang goreng, tempe bungkil kacang dan tempe bungkil kacang goreng. Penelitian untuk mengetahui komposisi kimia dan kandungan aflatoksin beberapa hasil olahan kacang tanah tersebut dilakukan dengan rancangan acak lengkap, tiga ulangan. Analisis kandungan aflatoksin B<sub>1</sub> dilakukan dengan metode ELISA. Biji kacang tanah mengandung 26,3% protein (bk) dan 50,4% lemak (bk), kandungan aflatoksin pada biji relatif rendah (9,1 ppb). Peningkatan kadar protein tertinggi diamati pada pengolahan kacang tanah menjadi tempe bungkil kacang, diikuti tempe bungkil kacang goreng, bungkil kacang, dan bungkil kacang goreng, sedangkan kadar lemak turun pada semua produk berkaitan dengan kadar air yang cukup rendah (5,6%), tidak terdeteksi infeksi *Aspergillus flavus*, dan persentase biji utuh tinggi (73,1%). Pada pengolahan kacang goreng dan bungkil kacang goreng, kandungan aflatoksin berkurang masing-masing sebesar 26,4% dan 41,8%, sementara pada sambal pecel dan bungkil kacang goreng kadar lemak relatif sama nilainya. Kandungan aflatoksin meningkat dua kali pada pengolahan tempe bungkil kacang, namun berkurang 38,9% setelah menjadi tempe bungkil kacang goreng. Selain tempe bungkil kacang, lima produk kacang lainnya mengandung aflatoksin di bawah ambang batas aman yang diijinkan, yakni 15 ppb, sehingga aman untuk dikonsumsi.

Kata kunci: aflatoksin, komposisi kimia, produk kacang tanah.

### ABSTRACT

Peanut production in Indonesia is predominantly used for food, thus information on nutritional aspects and

aflatoxin contamination in peanuts is essential in terms of food security and safety. As changes may occur during processing, the effects of processing methods on chemical composition and aflatoxin content in selected peanut products were studied. The dried peanut pods collected from a farmer in Ponorogo, East Java were stored for one month, and then the kernels were prepared into fried peanut (*kacang goreng*), peanut sauce (*sambel pecel*), peanut press cake (*bungkil kacang*), fried-pressed peanut (*bungkil kacang goreng*), fermented peanut press cake (*tempe bungkil kacang*), and fried peanut tempe (*tempe bungkil kacang goreng*). The trial to determine chemical composition and aflatoxin of some these processed peanut product was arranged in a randomized complete design with three replicates. ELISA method was applied for aflatoxin B<sub>1</sub> analysis. The results showed that peanut kernels contained 26.3% protein (dw) and 50.4% fat (dw) with relatively low aflatoxin B<sub>1</sub> content (9.1 ppb) due to low moisture level (5.6%), no *Aspergillus flavus* infection and high sound/intact kernels (73.1%). Peanuts processed into *tempe bungkil kacang* showed the highest increase in protein content, followed by *tempe bungkil kacang goreng*, *bungkil kacang*, and *bungkil kacang goreng*, while fat contents decreased in all products. Processing into *kacang goreng* and *bungkil kacang goreng* decreased aflatoxin B<sub>1</sub> by 26.4% and 41.8%, respectively, while no significant differences were noted in *sambal pecel* and *bungkil kacang*. Aflatoxin B<sub>1</sub> increased two-fold during the preparation of *tempe bungkil kacang*, however it significantly decreased by 38.9% after deep-fried. Excluding peanut tempe, all peanut products contained aflatoxin B<sub>1</sub> below the permitted level (15 ppb), therefore they are safe for consumption.

Keywords: aflatoxin, chemical composition, peanut products.

### INTRODUCTION

Peanut is nutritionally important due to its high lipid and protein contents that range from 40-50% and 20-40%, respectively (Sebei *et al.* 2013). About 85% of peanut available in Indonesia is used for food with a consumption level of 0.27 kg/capita/year (Resapati *et al.* 2014). Peanut is mostly

consumed as sauces for salads (Nugraha *et al.* 2018), and as snacks (boiled, fried, roasted, flour coated, pastry fillers, confectionary, traditional snacks). To a lesser extent, it is also consumed as fermented products in particular areas (*oncom*, a peanut press cake *tempe*) and industrial products like oil, peanut butter, and flour (Ginting and Rahmianna 2015). Therefore, the availability of good quality peanut as food ingredient is of concern with respect to nutrition and food safety.

Peanut is highly susceptible to aflatoxin contamination caused by toxigenic strains of *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus* and *A. nomius* that may occur either in the field or being stored (Amaike and Keller 2011, Abrar *et al.* 2013). High moisture ( $a_w$  0.78-0.98), temperature (20-40 °C), and relative humidity (>80%) are favourable conditions for the moulds to produce aflatoxins (Aini 2012, Khodatin *et al.* 2014, Pratiwi *et al.* 2015). Such hot and humid air conditions that are common in tropical countries like Indonesia as well as traditional storage methods applied (Ginting and Rahmianna 2015) may cause aflatoxin contamination in peanut and peanut food products.

Aflatoxins are hazardous to humans and animals (Bryden 2012) as they have capacities as carcinogenic (hepatocellular carcinoma), mutagenic (Bhat *et al.* 2010, van den Berg *et al.* 2011, Kew 2013), teratogenic, depressive immuno response, and also may cause impair child growth (Makori *et al.* 2018), and female reproduction (Santos *et al.* 2013). Aflatoxin B<sub>1</sub> is the most toxic and frequently present both in food and feed (Al-Abdalall *et al.* 2009, Reddy *et al.* 2010). Codex Alimentarius set a maximum level of 15 ppb for total aflatoxins (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> and G<sub>2</sub>) in peanuts for further processing (Codex Alimentarius Commission 2014), 20 ppb for USA (Torres *et al.* 2014), and as low as 4 ppb for the European Union (Wu *et al.* 2013), while Indonesia establishes 15 ppb for aflatoxin B<sub>1</sub> in peanut food products and 20 ppb for total aflatoxins (Rahayu 2011).

Processing of peanuts into food products normally involves heat treatment, the use of water, spices, and microorganisms (fermentation) that may affect the nutrient and aflatoxin contents. Aflatoxins are heat resistant and less water soluble (Abrar *et al.* 2013), hence they cannot be eliminated 100% during processing. Most existing studies in Indonesia report the final aflatoxin contents in peanut food products collected from the markets (Razzazi-Fazeli *et al.* 2004, Ambarwati *et al.* 2011, Rahmianna and Yusnawan 2015), while information on their content or reduction during different food processing is still

lacking. Limited study on aflatoxin reduction was noted during the preparation of peanut oil, *oncom* and peanut butter (Fardiaz 1991), and selected products derived from peanut kernels collected from local market (Ginting *et al.* 2018). Thus, a known source of peanut origin from a collaborator farmer will be used for studying both the nutrient and aflatoxin changes during processing.

A number of studies also revealed that peanut samples and their products contaminated with aflatoxin B<sub>1</sub> >15 ppb, particularly for those kernels obtained from retailers at traditional markets, peanut sauce and fermented peanut press cake (Dharmaputra *et al.* 2007, Rahmianna *et al.* 2007a, Dharmaputra *et al.* 2013, Aisyah *et al.* 2015). Conversely, peanut pods and kernels sampled from farmers and collectors as well as oven roasted peanuts and flour-coated peanuts showed aflatoxin B<sub>1</sub> content <15 ppb (Dharmaputra *et al.* 2007, Rahmianna *et al.* 2007a). These facts reflect that farmer practices both in pre and postharvest handling, initial quality of peanut as food ingredient and treatments during processing may contribute to such differences in aflatoxin contents. Therefore, this research activity was performed to study the effects of different processing methods on nutrient and aflatoxin contents of selected peanut food products using peanut kernels produced by a collaborator farmer. This study is essential for nutrient and aflatoxin control during food preparation.

## MATERIALS AND METHODS

A peanut cultivar of Local Ponorogo was obtained from a collaborator farmer. It was cultivated in rainfed area of Ponorogo Regency, East Java Province during wet season. Harvesting was undertaken at 85 days after sowing, and then the pods were manually separated. Fresh pods were sun-dried until the moisture content was about 7%, shelled and the kernels were stored in a permeable plastic bag (*glangsi*) at ambient temperature and relative humidity for about one month in the beginning of dry season (April-May). The method resembles the common practice by local farmers. A period of up to one month is usually needed by farmers to market the harvested peanuts (Ginting and Rahmianna 2015).

Stored peanut kernels were then processed into six kinds of product, namely a) fried peanut or *kacang goreng*, b) peanut sauce or *sambel pecel*, c) pressed peanut cake or *bungkil kacang*, d) fried *bungkil kacang* or *bungkil kacang goreng*, e) fermented *bungkil kacang* or *tempe bungkil kacang*, and f) fried *tempe bungkil kacang* or *tempe bungkil kacang*.

*goreng*. The following steps of processing were conducted for each product: a) *Kacang goreng*: soaking the kernels in boiled water (45 min), removing the seed coat, oven drying (80 °C, 20 min), soaking the dried kernels in a solution containing crushed garlic and salt, deep-frying (120 °C, 15 min), removing the excess of oil by centrifuge machine; b) *Sambel pecel*: washing the peanut kernels, deep-frying at 120 °C for 10 min, grinding and blending with water, salt, palm sugar, and spices; c) *Bungkil kacang*: oven drying peanut kernels at 120 °C for 20 min, and hydraulic pressing; d) *Bungkil kacang goreng*: soaking of *bungkil kacang* for 10 min in a solution containing crushed garlic and salt, deep-frying at 120 °C for 15 min, and removing the excess of oil by centrifuge machine; e) *Tempe bungkil kacang*: grinding of *bungkil kacang*, soaking for 24 h, washing, steaming for 1.5 h, cooling for 4 h, inoculating with a commercial starter for peanut tempe, and facilitating the fermentation at room temperature for 24-36 h; f) *Tempe bungkil kacang goreng*: cutting of *tempe bungkil kacang* into small pieces (5 cm x 4 cm x 1.5 cm), steeping in wheat flour batter containing salt and crushed garlic, and then deep-frying at 120 °C for 10 min. The producing process of such products, except for *tempe bungkil kacang*, was performed at the Iletri Laboratory of Food Chemistry and Technology, Malang using a randomized complete design with three replicates. *Tempe bungkil kacang* was prepared by a selected commercial tempe producer in Malang.

Observations were done for physical quality (intact, shriveled, and damaged kernels) of peanut kernels according to National Standardization Agency of Indonesia (1995). Chemical composition of peanut kernels and products, included: a) moisture and ash contents (gravimetry method), and fat content (direct extraction method) referring to National Standardization Agency of Indonesia (1992), b) protein content followed the method of Micro Kjeldahl (AOAC 2005). Infected peanut kernels by *A. flavus* was observed through putting 100 peanut kernels in 10 petridishes containing *Aspergillus flavus* and *parasiticus* agar (AFPA) media. The number of mould infected kernels with orange/dark yellow colour was noted on the fourth day and calculated in percentage (Ginting and Rahmianna 2015). The Enzyme-Link Immunosorbent Assay (ELISA) method as referred to Lee *et al.* (2004). Data generated from all treatments were statistically analyzed using analysis of variance (Anova), followed by LSD test for analysis

of mean differences between treatments at the probability level of 0.05.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Physical Quality, *Aspergillus flavus* Infection and Aflatoxin Content of Peanut Kernels

Peanuts used in this study showed a low number of shriveled kernels (2.4%) as seen in Table 1, suggesting an optimal maturity for harvesting (Rahmianna *et al.* 2015a). However, the level of damaged kernels was relatively high (24.5%). Broken kernels due to mechanical damage, insect and mould attacks, as well as undergoing changes such as sprouting, rotten, bad smell and discolourization belong to damaged kernel (National Standardization Agency of Indonesia 1995). Such changes were possibly took place during one-month storage in a permeable plastic bag that resulted in high number of damaged kernels. This was also observed in peanut kernels stored in an opened wooden box with 80.9% of damaged kernel after four months compared to those stored in a sealed plastic bag (1.3-1.9%) (Ginting 2006). Meanwhile, a lower number of damaged kernels (4%) was noted for one-month storage of peanut in jute bag (Mutegi *et al.* 2013). Different kernel moisture contents and surrounding air conditions (temperature and relative humidity) may lead to such differences in physical quality during storage (Mutegi *et al.* 2013). The damaged kernels have a higher risk for aflatoxin contamination compared to sound/intact kernels (Rahmianna *et al.* 2015a, Waliyar *et al.* 2015, Siruguri *et al.* 2018). In this study, the number of shriveled kernels have met the national peanut standard quality (maximum level of 4%) as established by National Standardization Agency of Indonesia (1995). However, the damaged kernels were much higher than the maximum limit (2%).

Table 1 shows that the moisture content of

**Table 1.** Physical quality, moisture content, *A. flavus* infection and aflatoxin content of peanut kernels

| Parameters                     | Values     |
|--------------------------------|------------|
| Sound/intact kernels (%)       | 73.1 ± 2.4 |
| Shriveled kernels (%)          | 2.4 ± 0.9  |
| Damaged kernels (%)            | 24.5 ± 1.5 |
| Moisture content (%)           | 5.6 ± 0.1  |
| <i>A. flavus</i> infection (%) | 0          |
| Aflatoxin content (ppb)        | 9.1 ± 0.1  |

peanut kernels was considerably low (5.6%). This may associate with peanut storage in a permeable plastic bag, which easily absorbs moisture as well as release moisture from the kernels to the surrounding air to reach the equilibrium moisture content. Similar finding was reported in peanut kernels stored in an opened wooden box (Ginting 2006), which gave lower moisture content (5.5%) relative to those stored in a sealed plastic bag (5.8%). Muntegi *et al.* (2013) also noted a decrease in moisture content from 5.6% to 5.3% for peanut kernels stored in a jute bag. The level of peanut moisture (5.6%) was much lower than the maximum level set for national peanut standard quality ( $\leq 8\%$ ) (National Standardization Agency of Indonesia 1995).

Infection of *A. flavus* in peanut kernels was not detected and low initial aflatoxin B<sub>1</sub> content (9.1 ppb) was observed (Table 1), which much lower than the permitted limit (15 ppb). The presence of aflatoxin might be due to a previous contamination of *A. flavus* occurred during preharvest. This may associate with drought stress at the final generative phase, high soil temperature, the availability and infection of toxigenic *A. flavus* on the peanut pods and kernels in the soil (Rahmianna *et al.* 2007b). However, subsequent drying up to moisture content below 7% after harvesting and fairly dry storage conditions may contribute to the absence of *A. flavus* infection in peanut kernels and low aflatoxin production during storage, even though the number of damaged kernels was relatively high (Table 1).

*Aspergillus flavus* would start growing at a moisture content of 8-10% and optimum to produce aflatoxin at a moisture content of 10% or higher at around 82% relative humidity (Torres *et al.* 2014). Aflatoxin B<sub>1</sub> positively correlated ( $r = 0,72$ ) with the moisture content of peanut kernels (Rahmianna *et al.* 2007a), suggesting that *A. flavus* is sensitive toward moisture changes. Peanut kernels stored in an opened wooden box for four months were also reported to have low level of aflatoxin B<sub>1</sub> ( $< 10$  ppb), even though the number of damaged kernels has already been 80.9% (Ginting 2006) due to low initial moisture content ( $< 7\%$ ) and dry surrounding air conditions (35-37 °C and 53-73% relative humidity). Safe storage for peanut kernel is suggested at moisture content of 7% with maintained temperature of 25-27 °C and 70% relative humidity (Torres *et al.* 2014).

### **Chemical Composition of Peanut Kernels and Peanut Products**

Significant changes in moisture content of peanut kernels occurred during processing into peanut

products (Table 2). The lowest moisture contents were seen in *kacang goreng* and *bungkil kacang goreng* associated with the release of moisture during frying. Meanwhile, the highest moisture content was seen on *tempe bungkil kacang* due to soaking, steaming and fermentation process. No significant difference in moisture content was observed between *tempe bungkil kacang* and its fried product since both were soaked in watery seasoning mixture of wheat flour, salt and garlic prior to frying. *Sambel pecel* contained moisture (13.0%) in between those of *kacang goreng* and *tempe bungkil kacang goreng*. Frying of peanut kernels during preparation of *sambel pecel* would decrease the moisture content, however grinding and blending the kernels with palm sugar, spices, and water consequently increased the final moisture content. The levels of moisture in peanut products would dictate their storability and quality as the presence of high moisture ( $> 8\%$ ) would induce the growth of mould as well as fat oxidation (rancidity).

The peanut kernels contained ash about 2.6% (dw), which represent the mineral contents, particularly K, Na, P, Ca, and Mg (Atasie *et al.* 2009). This value was slightly lower than that of Mahesa and Kancil varieties (2.9% dw) (Ginting 2006) and Iletri peanut germplasm (2.73% dw) (Nugrahaeni 2018). Peanut products showed significant differences in ash contents compared to that of peanut kernels. *Sambel pecel* had the highest ash content due to the addition of palm sugar and spices, like red chili, garlic, citrus leaves, and tamarind. *Kacang goreng* and *bungkil kacang goreng* also showed a slightly higher ash content as a result of using garlic, salt and vegetable oil in processing. The lowest ash content was seen in *tempe bungkil kacang* as minerals may be leached out during overnight soaking and steaming (Sarkar *et al.* 1998, Nassar *et al.* 2008). In addition, calcium decreased during *tempe* fermentation as well as phytic acid containing phosphorus as a result of phythase activity produced by *Rhizopus* sp. (Astuti 2000). A decrease in ash content (44.8%) was also noted by Fadahunsi and Sanni (2010) during bambara-nut *tempe* fermentation.

The protein content of peanut kernels was 26.3% (dw) which was similar to that (23.5-26.6%) reported by Campos-Mondragón *et al.* (2009) and slightly lower than that of Iletri peanut germplasm i.e. 27.5% (dw) (Nugrahaeni 2018). Processing significantly affected protein content of peanut products. Fermentation slightly increased the protein content from 31.6% to 34.9% (dw) as noted in *tempe bungkil kacang*, giving the highest value among all products. In fact, total N or total protein seems to be similar

**Table 2.** Chemical composition of peanut kernels and products

| Peanut kernels and products        | Moisture (%) | Ash (% dw)  | Protein (% dw) | Fat (% dw)   |
|------------------------------------|--------------|-------------|----------------|--------------|
| Peanut kernels                     | 5.6 ± 0.1 c  | 2.6 ± 0.1 d | 26.3 ± 1.1 d   | 50.4 ± 1.2 a |
| <i>Kacang goreng</i>               | 1.9 ± 0.5 e  | 3.5 ± 0.1 b | 23.8 ± 1.3 e   | 47.6 ± 0.7 b |
| <i>Sambel pecel</i>                | 13.0 ± 1.2 b | 4.6 ± 0.2 a | 17.0 ± 0.9 f   | 32.4 ± 2.1 d |
| <i>Bungkil kacang</i>              | 4.1 ± 0.8 cd | 3.1 ± 0.1 c | 31.6 ± 0.6 b   | 42.3 ± 1.7 c |
| <i>Bungkil kacang goreng</i>       | 2.2 ± 0.4 de | 3.8 ± 0.2 b | 29.0 ± 0.8 c   | 47.1 ± 1.2 b |
| <i>Tempe bungkil kacang</i>        | 46.5 ± 2.5 a | 2.1 ± 0.1 e | 34.9 ± 0.1 a   | 48.1 ± 1.2 b |
| <i>Tempe bungkil kacang goreng</i> | 45.3 ± 1.9 a | 2.5 ± 0.1 d | 32.3 ± 0.5 b   | 46.8 ± 0.1 b |
| LSD 5%                             | 2.0          | 0.2         | 1.3            | 1.9          |
| CV (%)                             | 6.5          | 4.0         | 2.6            | 2.4          |

Values presented are means ± SD; dw = dry weight; Values in the same columns followed by different letters are significantly different at 5% level of LSD test.

before and after fermentation, even though soluble protein increased sharply as a result of mould protease activity (Astuti *et al.* 2000). Therefore, a slight increase in protein content in this study may due to a change in composition of the dry matter. About 10% loss of dry matter was reported during fermentation as carbohydrate and fat as a carbon and energy source, respectively are utilized for the growth of mould (de Reu *et al.* 1995, Nassar *et al.* 2008). Also, mould biomass protein may contribute to an increase of protein content in tempe, which likely associates with the growth rate of mould (de Reu *et al.* 1995, Nassar *et al.* 2008).

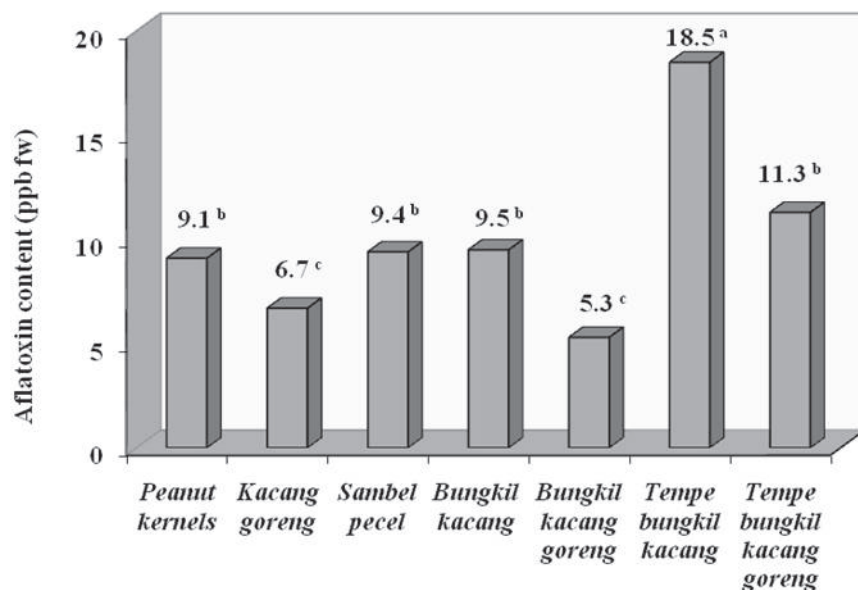
*Oncom*, a fermented defatted peanut originally from West Java (Hariyanto 2017) contained protein about 19% (dw) (Yulifianti *et al.* 2015) and 27.2% (dw) (Sofyan, 2003), which was lower than that of *tempe bungkil kacang* prepared in this study (34.9% dw). Meanwhile, Cornelia *et al.* (2012) reported a slightly higher protein content in red *oncom* (37.4% dw). Different raw materials/ingredient of *tempe bungkil kacang* from *oncom* and processing methods may contribute to such differences in protein content.

A significant increase in protein content was also observed in *bungkil kacang* as well as *bungkil kacang goreng*. The previous study revealed that the fat content could be reduced by 20% through pressing out the kernel oil, thereby increased the protein content by 16% (Yulifianti *et al.* 2015). The lowest protein content was seen in *sambel pecel* due to the addition of palm sugar up to 40%, and thus lowering the proportion of protein derived from peanut kernels.

The fat content of peanut kernels was 50.4% dw (Table 2), which was much higher than those of Kancil and Mahesa varieties (45-47% dw) (Ginting 2006) as well as Iletri germplasm (47.5% dw) (Nugrahaeni 2018). Processing significantly

decreased the fat contents in all peanut products (Table 2). Adding palm sugar in preparation of *sambel pecel* resulted in the lowest fat among other products. A significant decrease in fat content was also noted in *bungkil kacang* compared to that of peanut kernels. However, *bungkil kacang goreng* and *kacang goreng* showed a similar fat content. During pressing, relatively smaller amounts of fat could be removed (8-13%) from the kernels compared to previous study that may up to 20% (Yulifianti *et al.* 2015) due to a lower capacity of the hydraulic press used in this study (15 tons). However, the fat content in *bungkil kacang goreng* increased by 5% after subsequent deep-frying process. Therefore, roasting instead of deep-frying after pressing out the kernel oil can be suggested to maintain low-fat content in the final product of *bungkil kacang goreng*.

*Tempe bungkil kacang* showed an increase in fat content after fermentation relative to *bungkil kacang* (Table 2). In fact, *Rhizopus* sp. possess lipase that hydrolyzes lipids into fatty acids (Owens *et al.* 2014), suggesting that fat in the substrate may be decomposed during fermentation. Hering *et al.* (1991) found no significant loss of total fat content during soybean tempe fermentation, but slightly decreased during *oncom* fermentation (Owens *et al.* 2014). Therefore, the fat content possibly increased due to the *novo* fatty synthesis by *Rhizopus* sp. (Hering *et al.* 1991, Suleiman *et al.* 2018). *Rhizopus* sp. belongs to oleaginous moulds, the microorganisms which can produce or accumulate lipids that are rich in unsaturated fatty acids, particularly oleic acid (Hassanien *et al.* 1986, Sahara *et al.* 2016, Suleiman *et al.* 2018). The fat content of tempe *bungkil kacang* found in this study was much higher compared with that of *oncom* (9.2% dw) (Sofyan 2003). Commercial defatted peanut which is commonly used as a raw material for



**Figure 1.** Aflatoxin B<sub>1</sub> content in peanut products compared to initial aflatoxin B<sub>1</sub> content in peanut kernels. Values followed by different letters are significantly different at 5% level of LSD test

producing *oncom* contains very small amount of fat (4.6%). After deep-frying, the fat content of *tempe bungkil kacang goreng* was not significantly different to the non-fried one because the seasoned flour batter cover was removed prior to analysis.

### Aflatoxin B<sub>1</sub> Content of Peanut Products

Aflatoxin content for each peanut product is presented in Fig. 1 in fresh weight (fw) concerning the safe limit for human consumption. Processing methods significantly affected aflatoxin contents in final peanut products. Both fried peanuts (*kacang goreng* and *bungkil kacang goreng*) had the lowest level of aflatoxin B<sub>1</sub> with a reduction of 26.4% and 41.8%, respectively. Decomposition of aflatoxin takes place at a range temperature of 237 to 306 °C (Jalili 2016, Pankaj *et al.* 2018) and aflatoxin B<sub>1</sub> has a melting point of 268-269 °C (Quadri *et al.* 2013), thus it is considerably heat resistant. However, heat treatments may destruct the aflatoxin chemical structures (Siwela *et al.* 2011) to some extents, thereby reduce the amounts and toxicity levels. About 50% of aflatoxin B<sub>1</sub> reduction was noted in boiling peanut for 30 min (Diedhiou *et al.* 2012), 73% in deep-frying peanut at 150 °C for 2 min (Rahmianna *et al.* 2015b), 37% in roasting peanut at 160 °C (Siwela *et al.* 2011), and 30-45% at 150 °C for 30 min (Kabak 2009), as well as 80.2% in oven-drying peanut at 130-150 °C (Arzandeh and Jinap 2011).

The combination of heat treatments and the use of spices, like garlic and salt also showed an increase in aflatoxin degradation (Farah *et al.* 1983, Farag

*et al.* 1989) as performed in the preparation of both *kacang goreng* and *bungkil kacang goreng*. A reduction of 46.5% of aflatoxin B<sub>1</sub> was noted for sample treated with aqueous garlic extract for 30 min and up to 68.3% for 1 h (Negera and Washe 2019). Ansori (2004) reported a slightly higher reduction of aflatoxin B<sub>1</sub> content in *bungkil kacang goreng* (56.9%) compared to the finding of this study (41.8%). It was possibly due to a different temperature and time applied during heating or frying. The aflatoxin contents of both *kacang goreng* and *bungkil kacang goreng* found in this study were less than 15 ppb, therefore safe for consumption.

The level of aflatoxin B<sub>1</sub> in *sambel pecel* and *bungkil kacang* was similar and was slightly lower than that of the raw peanut kernels (Fig. 1). The addition of palm sugar and spices, particularly red chili in peanut sauce may be attributed to a slight increase in aflatoxin B<sub>1</sub> as expectedly it should decrease during deep-frying of the kernels. Anthony *et al.* (2012) reported that fresh red chili may contain 2-12.4 ppb of aflatoxin B<sub>1</sub> and around 11.7 ppb for total aflatoxins (Khan *et al.* 2014). A significant increase (two-fold) of aflatoxin B<sub>1</sub> was also noted by Farawahida *et al.* (2017) in peanut sauce after the ground-fried peanut kernels was mixed with commercial chili powder. Nevertheless, aflatoxin contents in both *sambel pecel* and *bungkil kacang* in current study were yet below the permitted level (15 ppb). Previous studies observed a considerable range of aflatoxin levels (0-221 ppb) in *sambal pecel* samples collected from local markets (Rahmianna *et al.* 2015b). Similar finding was also reported for *bungkil kacang* sample (126 ppb) (Rahmianna *et*

al. 2015b) as low quality of peanut kernels is normally used as the ingredient.

*Tempe bungkil kacang* had the highest content of aflatoxin B<sub>1</sub> (Fig. 1) with an increase of 103.3% relative to the initial level in peanut kernels. Conversely, fermentation during the preparation of black and red *oncom* showed a considerable decrease in aflatoxin B<sub>1</sub> content (86.6% and 58.9%, respectively) (Rahmianna *et al.* 2015b). This may be due to a longer fermentation time (48-72 h) applied for *oncom* making (Fardiaz 1991, Iskandar *et al.* 2010) than *tempe bungkil kacang* prepared in this study that was only 24-36 h. Fardiaz (1991) who conducted an *oncom* study also noted an increase in aflatoxin content (4.3%) during 24-hour incubation of inoculated peanut with both *Aspergillus flavus* and *Rhizopus oligosporus*. However, it constantly decreased after 48 h and 72 h as more time available for *R. oligosporus* to chemically and enzymatically degrade aflatoxin as well as to compete with *A. flavus* as both moulds are antagonist (Kusumaningtyas *et al.* 2006, Enderwati and Kusumaningtyas 2017). In addition, the starter normally used for peanut tempe in Malang is not a pure culture of *R. oligosporus* as used by the latter study, but a mixed cultures of *Rhizopus* spp, *Mucor* spp, yeast and bacteria (Pamungkas *et al.* 2017), thus might be less effective to compete with *A. flavus*.

*Tempe bungkil kacang* prepared at present study contained much lower aflatoxin B<sub>1</sub> (11.3 ppb) than that of *oncom* and peanut tempe (67 ppb and 20 ppb, respectively) collected from local markets (Rahmianna *et al.* 2015b), particularly due to a low quality of peanut press cake used. After deep-frying (120 °C, 10 min), raw *tempe bungkil kacang* that covered with wheat flour batter containing salt and crushed garlic showed a significant decrease in aflatoxin content (38.9%) (Fig. 1) up to a safe level for consumption (<15 ppb). Meanwhile, a higher aflatoxin content was noted in a fried-*oncom* sample (41 ppb) (Rahmianna *et al.* 2015b), suggesting that ingredients and processing methods entirely affect the final aflatoxin content in the products.

## CONCLUSION

Processing methods showed significant changes in protein, ash, fat, and aflatoxin contents of selected peanut products. The highest increase in protein content was seen in *tempe bungkil kacang*, while fat contents decreased in all products. The aflatoxin B<sub>1</sub> content decreased by 26.4% and 41.8%, respectively when peanut kernels were processed into *kacang goreng* and *bungkil kacang goreng*, while no significant reduction was obtained in *sambal*

*pecel* and *bungkil kacang*. Aflatoxin B<sub>1</sub> increased by 103.3% in *tempe bungkil kacang*, however it decreased by 38.9% after deep-fried. Excluding *tempe bungkil kacang*, all peanut products contained aflatoxin B<sub>1</sub> below the permitted level (15 ppb), therefore they are safe for consumption.

## ACKNOWLEDGEMENT

We acknowledge the ACIAR Project #PHT/1997/017 (Reducing Aflatoxin in Peanut Using Agronomic Management and Bio-control Strategies in Indonesia and Australia) for funding this study as well as Maya Indrasari Hariyanto, Suprpto, Langgeng Sutrisno, and Lina Kusumawati for their technical assistance.

## REFERENCES

- Abrar M, Anjum FM, Butt MS, Pasha I, Randhawa MA, Saeed F, Waqas K. 2013. Aflatoxins: Biosynthesis, occurrence, toxicity, and remedies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 53:862-874.
- Aini N. 2012. Aflatoksin: Cemarkan dan metode analisisnya dalam makanan. *Indonesian Pharmaceutical Journal* 2(2):54-61.
- Aisyah S, Safika S, Jamin F. 2015. Penentuan aflatoksin B<sub>1</sub> pada makanan olahan kacang tanah dengan menggunakan Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA). *Jurnal Kedokteran Hewan* 9(1):38-41.
- Al-Abdalall, AHA. 2009. Production of aflatoxin by *Aspergillus flavus* and *Aspergillus niger* strains isolated from seeds of pulses. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 7(2):33-39.
- Amaike S, Keller NP. 2011. *Aspergillus flavus*. *Annual Review of Phytopathology* 49:107-133.
- Ambarwati S, Dharmaputra OS, Retnowati I. 2011. Dietary exposure assessment for aflatoxin B<sub>1</sub> from processed peanut products in municipality of Bogor. *Biotropia* 18(1):1-12.
- Ansori M. 2004. Reduksi kadar aflatoksin B<sub>1</sub> (AFB<sub>1</sub>) pada pengolahan kacang garing melalui optimasi perendaman, pemanasan dan penekanan. *Fakultas Pasca Sarjana UGM (Master Thesis)*. 119 pp.
- Anthony MH, Simeon MC, Abdulramoni SA, Chimeririm OB, Uchenna OM. 2012. A preliminary survey of aflatoxin in fresh and dried vegetables in Minna, Nigeria. *African Journal of Food Science and Technology* 3(10):268-272.
- AOAC. 2005. Microchemical Determination of Nitrogen using MicroKjeldhal Method (12.1.07). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. Vol. I. Agricultural Chemicals, Contaminants, Drugs. AOAC International. Gaithersburg, Maryland, USA.
- Arzandeh S, Jinap S. 2011. Effect of initial aflatoxin concentration, heating time and roasting temperature

- on aflatoxin reduction in contaminated peanuts and processing optimization using response surface modelling. *International Journal of Food Science and Technology* 46(3):458-491.
- Astuti M, Meliala A, Dalais FS, Wahlqvist ML. 2000. Tempe, a nutritious and healthy food from Indonesia. *Asia Pasific Journal of Clinical Nutrition*. 9(4):322-325.
- Atasie VN, Akinhanmi TF, Ojiodu CC. 2009. Proximate analysis and physico-chemical properties of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Pakistan Journal of Nutrition* 8(2):194-197.
- Bhat R, Rai RV, Karim AA. 2010. Mycotoxins in food and feed: present status and future concerns. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 9:57-81.
- Bryden WL. 2012. Mycotoxin contamination of the feed supply chain: Implications for animal productivity and feed security. *Animal Feed Science and Technology* 173(1-2):134-138.
- Campos-Mondragón MG, Calderón De La Barca A M, Durán-Prado A, Campos-Reyes LC, Oliart-Ros RM, Ortega-García J, Medina-Juárez LA, Angulo O. 2009. Nutritional composition of new peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars. *GRASAS Y ACEITES* 60(2):161-167.
- Codex Alimentarius Commission. 2014. General standard for contaminants and toxins in food and feed. *Codex Stan* 193-1995, 1-53.
- Cornelia M, Anggraini B, Darmawan A, Artanti N, Jayasena V, Kardono LBS. 2012. The effects of cassava on lupine, peanut and velvet bean red *oncom* fermentation using *Neurospora sitophila*. *Journal of Food Resource Science* 1(2):22-31.
- de Reu JC, ten Wolde RM, de Groot J, Nout MJR, Rombouts FM, Gruppen H. 1995. Protein hydrolysis during soybean tempe fermentation with *Rhizopus oligosporus*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 43:2235-2239.
- Dharmaputra OS, Retnowati I, Ambarwati S. 2007. *Aspergillus flavus* and aflatoxin contamination in peanuts at various stages of delivery chains in Wonogiri Regency. *Journal of Biotropia* 14(2):9-21.
- Dharmaputra OS, Ambarwati S, Retnowati I, Windyran A. 2013. Physical quality, *Aspergillus flavus* population and aflatoxin B1 content of raw peanut kernels. *Journal of Indonesian Phytopathology* 9(4):99-106.
- Diedhiou PM, Ba F, Kane A, Mbaye N. 2012. Effect of different cooking methods on aflatoxin fate in peanut products. *African Journal of Food Science and Technology* 3(12):53-58.
- Endarwati D, Kusumaningtyas E. 2017. Beberapa fungsi *Rhizopus* sp. dalam meningkatkan nilai nutrisi bahan pakan. *Wartazoa* 27(2):81-88.
- Fadahunsi IF, Sanni AI. 2010. Chemical and biochemical changes in bambara nut (*Voandzeia subterranean* (L.) Thours) during fermentation to 'tempeh'. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural & Food Chemistry* 9(2):275-283.
- Farag RS, Daw ZY, Raya SHA. 1989. Influence of some spice essential oils on *Aspergillus parasiticus* growth and production of aflatoxin in a synthetic medium. *Journal of Food Science* 54:74-76.
- Farah Z, Martinand MJR, Bachman MR. 1983. Removal of aflatoxin in raw unshelled peanuts by a traditional salt boiling process practised in Northeast of Brazil. *Lebensm Wiss Technology* 16:122-124.
- Farawahida AH, Jinap S, Nor-Khaizura MAR, Samsudin NIP. 2017. Reduction of *Aspergillus* spp. and aflatoxins in peanut sauce processing by oil-less frying of chilli powder and retort processing. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 34(12):2242-2250.
- Fardiaz S. 1991. Destruction of aflatoxin during processing of aflatoxin-contaminated peanuts into different peanut products. *Indonesian Journal of Tropical Agriculture* 3(1):27-31.
- Ginting, E. 2006. Mutu dan kandungan aflatoksin biji kacang tanah varietas Kancil dan Mahesa yang disimpan dalam beberapa jenis bahan pengemas. *Jurnal Agrikultura* 17(3):165-172.
- Ginting E, Rahmianna AA. 2015. Infection of *Aspergillus flavus* and physical quality of peanuts collected from farmers, local markets, and processors. *Procedia Food Science* 3:280-288.
- Ginting E, Rahmianna AA, Yusnawan E. 2018. Aflatoxin and nutrient contents of peanut collected from local market and their processed foods. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 102 012031:1-8.
- Hariyanto OIB. 2017. Pizza oncom keju: Acculturation of western and eastern culinary. *International Journal of Scientific & Technology Research* 6(7):777-780.
- Hassanien FR, Ragab M, El-Makhzangi A. 1986. Studies on the possibility of producing fats from food wastes by using micro-organisms: I: Factors affecting fat production from different fungi. *Fette, Seifen, Anstrichmittel* 88(1):33-38.
- Hering L, Bisping B, Rehm HJ. 1991. Patterns and formation of fatty acids at tempe fermentation by several strains of *Rhizopus* sp. *European Journal of Lipid Science and Technology* 93(8):303-308.
- Iskandar YM, Priatni S, Kardono LBS. 2010. Influence of tapioca flour concentration and legume varieties on characteristics of black *oncom* with *Mucor* sp. as inoculum. *Teknologi Indonesia* 33(1):38-44.
- Jalili M. 2016. A review on aflatoxins reduction in food. *Iranian Journal of Health, Safety and Environment* 3(1):445-459.
- Kabak B. 2009. The fate of mycotoxins during thermal

- food processing. *Journal of the Science, Food and Agriculture* 89(4):549-554.
- Kew MC. 2013. Aflatoxins as a cause of hepatocellular carcinoma. *Journal of Gastrointestinal & Liver Diseases*, 22(3):305-310.
- Khan MB, Asghar MA, Iqbal J, Ahmed A, Shamsuddin ZA. 2014. Aflatoxins contamination and prevention in red chillies (*Capsicum annuum* L.) in Pakistan. *Food Additive & Contaminants: Part B* 7(1):1-6.
- Khodatin SN, Kusdiyantini E, Lunggani AR. 2014. Effectiveness of ozonization as a preservation control method on aflatoxin contamination in peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Journal of Biology* 3(3):32-42.
- Kusumaningtyas E, Widiastuti R, Maryam R. 2006. Reduction of aflatoxin B1 in chicken feed by using *Saccharomyces cerevisiae*, *Rhizopus oligosporus* and their combination. *Mycophatologia* 162:307-311.
- Lee NA, Wang S, Allan RD, Kennedy IR. 2004. A rapid aflatoxin B1 ELISA: Development and validation with reduced matrix effects for peanuts, corn, pistachio, and soybeans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52(10):2746-2755.
- Nassar AG, Mubarak AE, El-Beltagy AE. 2008. Nutritional potential and functional properties of tempe produced from mixture of different legumes. 1: Chemical composition and nitrogenous constituent. *International Journal of Food Science and Technology* 43:1754-1758.
- National Standardization Agency of Indonesia. 1992. Testing procedure for food and drinks (SNI 01-2891-1992). Jakarta. 35 pp.
- National Standardization Agency of Indonesia. 1995. National standard for peanut (SNI 013921-1995). Jakarta. 7 pp.
- Makori N, Matemu A, Kimanya M and Kassim N. 2018. Inadequate management of complementary foods contributes to the risk of aflatoxin exposure and low nutrition status among children. *World Mycotoxin J* 12(1):67-76.
- Mutegi CK, Wagacha CM, Christie ME, Kimani J, Karanja L. 2013. Effect of storage conditions on quality and aflatoxin contamination of peanuts (*Arachis hypogaea* L.). *International Journal of AgriScience* 3(10): 746-758.
- Negera M, Washe AP. 2019. Use of natural dietary spices for reclamation of food quality impairment by aflatoxin. *Journal of Food Quality* 2019. Article ID 4371206:1-10.
- Nugraha A, Khotimah K, Rietjens IMCM. 2018. Risk assessment of aflatoxin B1 exposure from maize and peanut consumption in Indonesia using the margin of exposure and liver cancer risk estimation approaches. *Food and Chemical Toxicology* 113:134-144.
- Nugrahaeni N. 2018. Pengelolaan Sumber Daya Genetik Tanaman Mendukung Perakitan Varietas Unggul Aneka Kacang dan Umbi. Laporan Akhir Tahun RPTP-RDHP 2018. Buku 2. Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. Malang. 95 pp.
- Owen JD, Astuti M, Kuswanto KR. 2014. Tempe and related products. p.1-108. In Owen JD (ed). *Indigenous Fermented Foods of South East Asia*. CRC Press. Boca Raton.
- Pamungkas ETGD, Sugiyono, Nurtama B. 2017. Tempe bungkil kacang tanah khas Malang. *Jurnal Pangan* 26(3).
- Pankaj SK, Shi H, Keener KM. 2018. A review of novel physical and chemical decontamination technologies for aflatoxin in food. *Trends in Food Science & Technology* 71:73-83.
- Pratiwi C, Rahayu WP, Lioe HN, Herawati D, Broto W, Ambarwati S. 2015. The effect of temperature and relative humidity for *Aspergillus flavus* BIO 2237 growth and aflatoxin production on soybeans. *International Food Research Journal* 22(1):82-87.
- Quadri SHM, Nirajan NS, Chaluvaraju KC, Shantaram U, Zaranappa, Enamul HS. 2013. An Overview on chemistry, toxicity, analysis and control of aflatoxins. *International Journal of Chemical and Life Sciences* 2(1):1071-1078.
- Rahayu, E.S. 2011. Aflatoxin, occurrence and integrated management control in Indonesia. Paper presented at IUMS Outreach Program in Food Safety. Denpasar, Bali, 22-24 June 2011. Gadjah Mada University, Yogyakarta. 45 pp.
- Rahmianna AA, Ginting E, Yusnawan E. 2007a. Cemaran aflatoxin B1 pada kacang tanah yang diperdagangkan di sentra produksi Banjarnegara. *Jurnal Pertanian Tanaman Pangan* 26(2):137-144.
- Rahmianna AA, Taufiq A, Yusnawan E. 2007b. Hasil polong dan kualitas biji kacang tanah pada tanah dengan kadar air dan umur panen berbeda. *Jurnal Pertanian Tanaman Pangan* 26(3):206-211.
- Rahmianna AA, Yusnawan E. 2015. Monitoring of aflatoxin contamination at market food chain in East Java. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences* 3(4):346-352.
- Rahmianna AA, Purnomo J, Yusnawan E. 2015a. Assessment of groundnut varietal tolerant to aflatoxin contamination in Indonesia. *Procedia Food Science* 3:330-339.
- Rahmianna AA, Ginting E, Yusnawan E. 2015b. Kontaminasi Aflatoxin dan Cara Pengendaliannya Melalui Penanganan Prapanen dan Pascapanen. p.329-347. In: Kasno A, Rahmianna AA, Mejaya IMJ, Harnowo D dan Purnomo S (eds). *Kacang Tanah: Inovasi Teknologi dan Pengembangan Produk*. Monograf Balitkabi No. 13-2015. Malang.

- Razzazi-Fazeli E, Noviandi CT, Porasuphatana S, Agus A, Böhm. 2004. A survey of aflatoxin B1 and total aflatoxin contamination in baby food, peanut and corn products sold at retail in Indonesia analysed by ELISA and HPLC. *Mycotoxin Research* 20(2):51-58.
- Reddy KRN, Salleh B, Saad B, Annas HK, Abel CA, Shier WT. 2010. An overview of mycotoxin contamination in foods and its implications for human health. *Toxin Reviews* 29(1):3-26.
- Respati E, Hasanah L, Wahyuningsih S, Sehusman, Manurung M. 2014. III. Kacang Tanah (in Indonesia). p. 9-19. In: Sabarella (ed.). *Buletin Konsumsi Pangan* Vol. 5, No. 4, *Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian*.
- Sahara E, Yosi F, Sandi S. 2016. Peningkatan asam lemak tidak jenuh (PUFA) dengan menggunakan *Rhizopus oryzae* dalam fermentasi bekatul. *Jurnal Lahan Suboptimal* 5(1):79-85.
- Santos, RR, Schoevers EJ, Roelen BAJ and Fink-Gremmels J. 2013. Mycotoxins and female reproduction: in vitro approaches. *World Mycotoxin J* 6(3):245-253.
- Sarkar PK, Morrison E, Tinggi U, Somerset SM Craven GS. 1998. B group vitamin and mineral contents of soybeans during kinema production. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 78(4):498-502.
- Sebei K, Gnouma A, Herchi W, Sakouhi F, Boukhchina S. 2013. Lipids, proteins, phenolic composition, antioxidant and antibacterial activities of seeds of peanuts (*Arachis hypogaea* L.) cultivated in Tunisia. *Biological Research* 46(3):257-263.
- Siruguri V, Kurella S, Bharadwaj. 2018. Assessment of aflatoxin contamination from discoloured kernels in ready-to-eat processed groundnut products. *The Indian Journal of Nutrition and Dietetics* 55(4):357-411.
- Siwela, AH, Mukaroa, KJ, and Nziramasanga, N. 2011. Aflatoxin carryover during large scale peanut butter production. *Food and Nutrition Sciences* (2):105-108.
- Sofyan HMI. 2003. Pengaruh suhu inkubasi dan konsentrasi inokulan *R. oligosporus* terhadap mutu oncom bungkil kacang tanah. *Infomatek* 5(2):74-81.
- Suleiman WB, El-Skeikh HH, Abu-Elreesh G, Hashem AH. 2018. Isolation and screening of promising oleaginous *Rhizopus* sp and designing of Taguchi method for increasing lipid production. *Journal of Innovation in Pharmaceutical and Biological Sciences* 5(1):8-15.
- Torres AM, Barros GG, Palacios SA, Chulze SN, Battilani P. 2014. Review on pre- and post-harvest management of peanuts to minimize aflatoxin contamination. *Food Research International* 62:11-19.
- van den Berg SJPL, Restani P, Boersma MG, Delmulle L, Rietjens IMCM. 2011. Levels of genotoxic and carcinogenic compounds in plant food supplements and associated risk assessment. *Food and Nutrient Sciences* 2:989-1010.
- Waliyar F, Osiru M, Ntare BM, Kumar KVK, Sudini H, Traore A, Diarra B. 2015. Post-harvest management of aflatoxin contamination in peanut. *World Mycotoxin Journal* 8(2):245-252.
- Wu F, Stacy SL, Kensler TW. 2013. Global risk assessment of aflatoxins in maize and peanuts: Are regulatory standards adequately protective?. *Toxicological Sciences* 135 (1):251-259.
- Yulifianti R, Santosa BAS, Widowati S. 2015. Teknologi Pengolahan dan Produk Olahan Kacang Tanah. p. 376-393. In: Kasno A, Rahmianna AA, Mejaya IMJ, Harnowo D dan Purnomo S (eds). *Kacang Tanah: Inovasi Teknologi dan Pengembangan Produk*. Monograf Balitkabi No. 13-2015. Malang.

# Pengelolaan Pola Tanam Berbasis Kedelai dan Jagung di Lahan Kering

*Management of Cropping Pattern Based on Soybean and Maize in Dry Land*

**Zainal Arifin\* dan Chendy Tafakresnanto**

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur

Jl. Raya Karangploso KM 4, Malang

\*e-mail: arifin\_bptpjtjtim@yahoo.co.id

NASKAH DITERIMA 25 MARET 2019; DISETUJUI UNTUK DITERBITKAN 21 OKTOBER 2019

## ABSTRAK

Penelitian bertujuan memperoleh teknologi pola tanam berbasis kedelai dan jagung yang dapat meningkatkan produktivitas lahan dan pendapatan usahatani di lahan kering. Penelitian dilaksanakan di Kecamatan Arjasa, Kabupaten Situbondo dan di Kecamatan Manding, Kabupaten Sumenep pada musim kemarau (MK 1 dan MK 2 tahun 2018) dengan luasan 1 ha. Di masing-masing lokasi, penelitian dimulai dengan melakukan pengamatan pada pertanaman petani yang ditanam pada awal musim hujan (MH), dilanjutkan dengan menanam jagung dan kedelai sesuai penelitian pola tanam yang dirancang. Di Situbondo, pada awal MH petani menanam padi tanam pindah (tapin) varietas Ciherang, dan di Sumenep petani menanam jagung varietas BISI 18. Setelah tanaman di MH dipanen di masing-masing lokasi, penelitian dilaksanakan mengikuti pola tanam jagung dan kedelai menggunakan rancangan acak kelompok, 4 perlakuan diulang 6 kali. Pola tanam yang diteliti terdiri atas : a) jagung (75 cm x 20 cm) / jagung (75 cm x 20 cm), b) jagung *double row* (100 cm x 50 cm x 20 cm) // kedelai (40 cm x 15 cm), c) jagung (160 cm x 40 cm) / kedelai (40 cm x 15 cm), dan d) kedelai (40 cm x 15 cm) – jagung (75 cm x 20 cm). Hasil penelitian menunjukkan bahwa di Situbondo pola tanam padi tapin-jagung//jagung mampu memberikan hasil tertinggi, yakni setara dengan hasil kedelai 12,7 t/ha dengan nilai IIT 0,82. Pada MK 1, sistem tanam jagung *double row* memperoleh hasil 7,542 t/ha pipilan dan pangkasan daun jagung 7,894 t/ha dengan pendapatan Rp27.581.100/ha dan R/C 2,97. Di Sumenep hasil terbaik diperoleh pada pola tanam jagung-kedelai-jagung, yakni setara dengan hasil kedelai 9,3 t/ha dengan nilai IIT 0,76. Pada MK I sistem tanam tumpangsari kedelai (2,385 t/ha biji) dan jagung (2,775 t/ha pipilan), ditambah hasil pangkasan daun jagung (2,025 t/ha) menghasilkan pendapatan Rp24.326.200 dengan nilai R/C 2,06.

Kata kunci: jagung, kedelai, lahan kering, pola tanam

## ABSTRACT

This study aimed to obtain management techniques of soybean and maize cropping pattern that can increase the productivity and farmers income in dry land. The trial was carried out in the dry land of Arjasa Subdistrict, Situbondo Regency and Manding Subdistrict, Sumenep Regency in the dry season (DS 1 and DS 2) 2018 with an planting area of 1 ha. Firstly, the cropping patterns

of farmer practices were observed in the wet season (WS). Farmers grew transplanted rice of Ciherang variety in Situbondo, and maize of BISI 18 cultivar in Sumenep. After harvesting the crops, the trial of maize and soybean cropping pattern was conducted using a randomized block design with four treatments and six replicates : a) maize (75 cm x 20 cm) // maize (75 cm x 20 cm), b) maize in double row (100 cm x 50 cm x 20 cm) // soybean (40 cm x 15 cm), c) maize (160 cm x 40 cm) / soybean (40 cm x 15 cm), and d) soybean (40 cm x 15 cm) - maize ( 75 cm x 20 cm). The results indicated that in Situbondo the transplanted rice-maize/maize cropping pattern gave the highest rice yield, which was equivalent to soybean yield of 12.7 tons/ha with planting intensity index of 0.82. In dry season 1, the double row maize planting system yielded 7,542 kg/ha of shelled maize and pruned maize leaves of 7,894 kg/ha with a total income of Rp27,581,100/ha and R/C ratio of 2.97). In Sumenep, the higher results were obtained from maize-soybean-maize cropping pattern, which was equivalent to soybean seeds yield of 9.3 tons/ha with planting intensity index of 0.76. In the dry season 1, intercropping of soybean (2,385 kg/ha seeds) and maize (2,775 kg / ha shelled), plus the yield of pruned maize leaves (2,025 kg/ha) generated total income of Rp24,326,200 with R/C ratio of 2.06.

Keywords: Cropping pattern, dry land, maize, soybean

## PENDAHULUAN

Lahan kering umumnya memiliki kesuburan tanah yang rendah dengan lapisan olah tanah tipis, kadar bahan organik rendah, dan terbatasnya air tersedia akibat distribusi dan intensitas hujan yang fluktuatif. Kondisi tersebut mengakibatkan usahatani di lahan kering tidak dapat dilakukan sepanjang tahun sehingga indeks pertanaman (IP) kurang dari 1,50 (Abdurachman *et al.* 2008). Produktivitas lahan kering saat ini masih relatif rendah dan belum dikelola secara optimal (Dariah dan Las 2010). Namun demikian lahan kering berpotensi menghasilkan bahan pangan yang cukup dan bervariasi bila dikelola dengan teknologi spesifik lokasi untuk meningkatkan intensitas tanam. Pengelolaan lahan kering secara optimal dan berkelanjutan memerlukan pemahaman faktor pendukung peningkatan

produksi dan kendala yang mempengaruhi degradasi lahan sesuai tipe iklim di lahan kering (Arifin, 2015).

Perbedaan produktivitas tanaman di berbagai wilayah sebagian besar disebabkan oleh perbedaan kesuburan tanah, ketersediaan air, agroekologi, dan kurang tepatnya teknik budi daya yang diterapkan. Wilayah yang mempunyai curah hujan kurang dari 2.000 mm per tahun dengan bulan basah 3-4 bulan (Mulyani dan Sarwani 2013), ketersediaan air yang bersumber dari hujan hanya cukup untuk satu musim tanam. Oleh karena itu, diperlukan optimalisasi pengelolaan lahan kering dengan menerapkan pola tanam tumpangsari karena cara ini mampu memelihara kelembaban dan kadar air tanah, serta mengurangi erosi dan meningkatkan kesuburan tanah (Samosir 1998). Lebih lanjut Lithourgidis *et al.* (2011) menambahkan bahwa tumpangsari dapat mengoptimalkan pemanfaatan cahaya, air dan hara, mengontrol gulma, hama dan penyakit, memperbaiki kesuburan tanah melalui fiksasi N yang berasal dari tanaman legum. Menurut Machado *et al.* (2008) untuk meningkatkan produktivitas lahan kering dalam kondisi ketersediaan air terbatas, perlu menerapkan sistem pertanaman (*cropping system*) yang dapat meningkatkan cadangan air dan efisiensi penggunaan air (*Water Use Efficiency*, WUE), serta dapat menekan erosi. Tumpangsari merupakan tindakan diversifikasi dan intensifikasi tanaman pangan untuk meningkatkan produktivitas lahan dan pendapatan usahatani.

Tumpangsari jagung dan kedelai dapat memanfaatkan lahan secara optimal sehingga diperoleh peningkatan hasil jagung dan kedelai (Aminah *et al.* 2014; Yuwariyah *et al.* 2017). Hal yang perlu diperhatikan dalam mengelola sistem tanam tumpangsari sereal dengan legum agar memperoleh hasil yang tinggi adalah varietas yang sesuai (Belel *et al.* 2014). Sistem tanam tumpangsari memerlukan pengaturan jarak tanam (populasi) yang optimal untuk mengurangi persaingan antartanaman terhadap cahaya, hara dan air yang dapat mengurangi hasil tanaman (Prasad dan Brook 2005; Muoneke *et al.* 2007; Mayadewi 2007; Syafruddin 2016). Menurut Permanasari dan Kastono (2012) untuk mengurangi kompetisi cahaya matahari dalam tumpangsari kedelai dengan jagung dapat dilakukan pemangkasan tajuk jagung sampai pada batas tertentu yang tidak merugikan.

Pada sistem tanam tumpangsari yang perlu diperhatikan adalah waktu dan pola tanam yang tepat berdasarkan analisis neraca air sehingga terhindar dari risiko kekurangan air, dan selanjutnya dapat meningkatkan produktivitas tanaman dan pendapatan usahatani (Ningsih dan Noor 2011).

Menurut Gonggo *et al.* (2003) tumpangsari dapat meningkatkan efektivitas penggunaan lahan, memperkecil risiko kegagalan hasil dan dapat menambah pendapatan petani. Lebih lanjut Warsono *et al.* (2002) menambahkan, tumpangsari merupakan salah satu bentuk program intensifikasi pertanian alternatif yang tepat untuk melipatgandakan hasil pertanian pada daerah-daerah yang kurang produktif. Pengelolaan tanaman dalam satu kesatuan pola tanam di lahan kering perlu mempertimbangkan peluang curah hujan yang ada dengan pemilihan teknologi spesifik lokasi, yaitu varietas yang adaptif dan toleran kekurangan air, berumur genjah dan berpotensi hasil tinggi, pengaturan populasi tanaman dengan sistem tanam secara tumpangsari maupun tanam sisip (*relay planting*) agar diperoleh peningkatan produktivitas lahan dan tanaman. Fagi dan Partohardjono (2004) melaporkan bahwa pola tanam padi gogo + jagung + kacang tanah yang ditanam bersisipan di lahan kering lebih produktif karena populasi tanaman lebih banyak dan beragam.

Penelitian bertujuan memperoleh teknologi pola tanam berbasis kedelai dan jagung yang dapat meningkatkan produktivitas dan pendapatan usahatani di lahan kering.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di lahan kering Desa Jatisari, Kecamatan Arjasa, Kabupaten Situbondo, dan di Desa Manding Timur, Kecamatan Manding, Kabupaten Sumenep, masing-masing seluas 1 ha pada musim tanam 2018. Penelitian dimulai dengan melakukan pengamatan pertanaman petani yang ditanam pada awal musim hujan (MH). Petani di Situbondo menanam padi varietas Ciherang dengan cara tanam pindah (tapin), dan petani di Sumenep pada awal MH menanam jagung varietas BISI 18. Setelah pertanaman MH dipanen di masing-masing lokasi, pada MK I dan MK II dilanjutkan dengan penelitian pola tanam berbasis jagung dan kedelai, yakni dengan menanam jagung dan kedelai secara monokultur maupun tumpangsari ( $\neq$ ) dan *relay planting* ( $//$ ) jagung atau kedelai pada umur 15 hari menjelang panen jagung tanaman pertama. Penelitian disusun secara acak kelompok, 4 perlakuan dan diulang 6 kali, dengan perlakuan : a) jagung (75 cm x 20 cm, 66.666 rumpun)  $//$  jagung (75 cm x 20 cm, 66.666 rumpun), b) jagung *double row* (100 cm x 50 cm x 20 cm, 66.666 rumpun)  $//$  kedelai (40 cm x 15 cm, 166.666 rumpun), c) jagung (160 cm x 40 cm, 31.250 rumpun)  $\neq$  kedelai (40 cm x 15 cm, 166.666 rumpun), dan d) kedelai (40 cm x 15 cm, 166.666 rumpun) – jagung (75 cm x 20 cm, 66.666 rumpun).

Dosis pupuk untuk tanaman jagung monokultur dan tumpangsari dengan kedelai yaitu 250 kg Urea + 250 kg Phonska + 1.000 kg pupuk organik/ha. Dosis pupuk tanaman kedelai monokultur yaitu 250 Phonska + 1.000 kg pupuk organik/ha. Pupuk organik digunakan sebagai penutup lubang tanam jagung. Untuk tanam jagung, 1/3 dosis Urea dan 1/2 dosis Phonska diberikan bersamaan saat tanam, sedangkan 2/3 dosis Urea dan 1/2 dosis Phonska sisanya diberikan pada 28 HST (hari setelah tanam). Pupuk organik pada kedelai digunakan sebagai penutup lubang tanam, 1/2 dosis Phonska diberikan bersamaan tanam dan 28 HST.

Pada pertanaman tumpangsari jagung dengan kedelai, penanaman jagung dilakukan 7 hari setelah tanam kedelai. Tanaman jagung menggunakan varietas HJ 21 dengan umur panen 82 hari, sedangkan kedelai menggunakan varietas Dering 1 dengan umur panen 81 hari. Pertanaman jagung menggunakan jarak tanam 75 cm x 20 cm dan jarak tanam *double row* 100 cm x 50 cm x 20 cm, di tanam secara tugal sebanyak 1 biji per lubang. Sedangkan pertanaman jagung secara tumpangsari (160 cm x 40 cm), ditanam secara tugal sebanyak 2 biji per lubang. Penanaman kedelai 40 cm x 15 cm secara tugal sebanyak 2 biji per lubang. Pada pertanaman jagung, 15 hari menjelang panen, dilakukan pemangkasan batang di atas tongkol dan daun di bawah tongkol untuk mempercepat pengeringan tongkol di lapang, dan hasil pangkasan (biomas) dapat digunakan sebagai pakan ternak. Pada tanaman jagung yang telah dipangkas tersebut segera dilakukan tanam sisip jagung atau kedelai secara tugal di antara tanaman jagung (tanaman pertama).

Pengamatan meliputi: tinggi tanaman jagung dan kedelai, tinggi tongkol, jumlah daun jagung dan kedelai, jumlah tongkol dan polong, bobot 100 biji jagung dan kedelai, bobot biomas segar jagung, hasil jagung dan kedelai (t/ha), Indeks Intensitas Tanam (IIT). Data dianalisis menggunakan Anova dilanjutkan uji beda nyata Duncan (DMRT 5%) (Gomez dan Gomez, 1993), serta analisis usahatani.

Indeks Intensitas Tanam (IIT) digunakan untuk mengukur penggunaan lahan aktual dari perspektif area-waktu (Bernsten dan Matran dalam Arifin 2017), sebagai berikut :

$$IIT = \frac{\sum_{i=1}^{Nc} a_i t_i}{AoT + \sum_{j=1}^M A_j T_j}$$

dimana,

$i = 1, 2, 3, \dots, Nc$

$Nc$  = jumlah pertanaman selama periode  $T$

$a_i$  = area terliput oleh pertanaman ke- $i$

$t_i$  = durasi pertanaman ke- $i$  (minggu/tahun selama pertanaman  $i$  meliputi area  $a_i$ )

$T$  = periode waktu studi (biasanya 1 tahun atau 52 minggu)

$Ao$  = total lahan garapan yang tersedia selama periode  $T$

$M$  = total jumlah bidang (*fields*) yang sewaktu-waktu tersedia untuk ditanami selama periode  $T$

$J = 1, 2, 3, \dots, M$

$A_j$  = area lahan bidang ke- $j$

$T_j$  = periode  $A_j$  tersedia

Kelayakan usahatani tanaman monokultur dan tumpangsari padi, jagung dan kedelai dengan menghitung R/C (Soekartawi, 1988), sebagai berikut :

$$R/C = NPT/BT$$

dimana,

$R/C$  = Nisbah penerimaan dan biaya

$NPT$  = Nilai produksi total (Rp/ha)

$BT$  = Nilai biaya total (Rp/ha)

Jika,  $R/C > 1$  : Layak dikembangkan

$R/C = 1$  : Impas

$R/C < 1$  : Tidak layak dikembangkan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Agroekologi Lokasi Penelitian

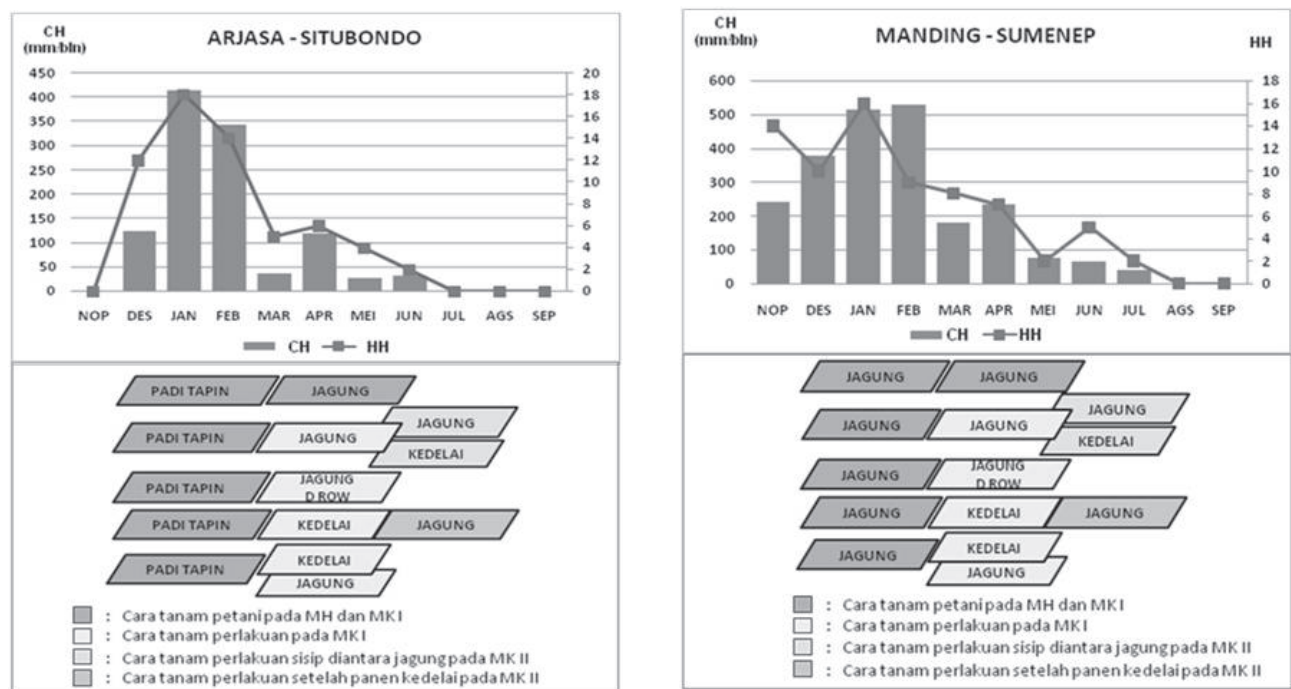
Lokasi penelitian di Situbondo merupakan tanah vulkan tua dengan kedalaman tanah (solum) sangat dangkal yaitu 5,5-9,5 cm. Hasil analisis status hara tanah sebelum percobaan di lokasi percobaan tergolong kurang subur dengan C-organik sangat rendah, N-total dan  $P_2O_5$  rendah dan  $K_{dd}$  sedang, tekstur tanah lempung liat berpasir. Di Sumenep lokasi penelitian merupakan tanah sedimen dengan kedalaman tanah 12-15 cm, dan tergolong kurang subur dengan C-organik sangat rendah, N-total sedang,  $P_2O_5$  dan  $K_{dd}$  rendah, tekstur tanah lempung (Tabel 1).

Distribusi dan intensitas curah hujan di kedua lokasi penelitian rendah dan tergolong beriklim kering. Di Situbondo mempunyai tipe iklim Oldeman E3 yaitu 2 bulan basah dan 6 bulan kering

**Tabel 1.** Hasil analisis status hara tanah sebelum penelitian sistem dan pola tanam berbasis kedelai dan jagung di lahan kering di Kabupaten Situbondo dan Sumenep, MT 2018

| Parameter Uji                                | Situbondo |                       | Sumenep |                  |
|----------------------------------------------|-----------|-----------------------|---------|------------------|
|                                              | Nilai     | Harkat                | Nilai   | Harkat           |
| pH H <sub>2</sub> O                          | 7,06      | Netral                | 8,61    | Alkalis          |
| C-organik (%)                                | 0,76      | Sangat rendah         | 0,99    | Sangat rendah    |
| Nitrogen total (%)                           | 0,19      | Rendah                | 0,25    | Sedang           |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> tersedia (ppm) | 57,43     | Rendah                | 66,29   | Rendah           |
| Nilai Tukar Kation dapat ditukar/dd :        |           |                       |         |                  |
| - K <sub>dd</sub> (me/100 g)                 | 0,43      | Sedang                | 0,22    | Rendah           |
| - Ca <sub>dd</sub> (me/100 g)                | 7,62      | Sedang                | 23,77   | Sangat tinggi    |
| - Mg <sub>dd</sub> (me/100 g)                | 1,36      | Sedang                | 0,45    | Rendah           |
| - Na <sub>dd</sub> (me/100 g)                | 0,30      | Rendah                | 0,12    | Rendah           |
| Kapasitas Tukar Kation                       | 16,38     | Rendah                | 15,17   | Rendah           |
| Tekstur :                                    |           |                       |         |                  |
| - Pasir (%)                                  | 63        | Segitiga Tekstur      | 43      | Segitiga Tekstur |
| - Debu (%)                                   | 17        | (USDA)                | 30      | (USDA)           |
| - Liat (%)                                   | 21        |                       | 27      |                  |
| Kriteria                                     |           | Lempung liat berpasir |         | Lempung          |

Sumber : Hasil analisis tanah di Laboratorium Tanah, Tanaman, Pupuk, Air BPTP Jawa Timur, 2018

**Gambar 1.** Curah hujan dan pengelolaan pola tanam jagung dengan kedelai di Situbondo dan Sumenep. MT 2018.

dengan pola tanam eksisting padi-jagung. Sedang di Sumenep mempunyai tipe iklim Oldeman C3 yaitu 5 bulan basah dan 5 bulan kering dengan pola tanam eksisting jagung-jagung (Gambar 1).

### Pertumbuhan dan Hasil Tanaman

Keragaan tanaman jagung dan kedelai di Situbondo memperlihatkan tinggi tanaman jagung monokultur pada 60 dan 90 HST lebih tinggi dibanding jagung tumpangsari. Sedang untuk

pertanaman kedelai pada pola tanam monokultur maupun tumpangsari dengan jagung tidak menunjukkan perbedaan tinggi tanaman. Di Sumenep, pertanaman kedelai monokultur maupun tumpangsari dengan jagung tidak menunjukkan perbedaan tinggi tanaman secara nyata, sedangkan perbedaan tinggi tanaman jagung monokultur dengan tumpangsari baru terjadi pada umur 60 dan 90 HST (Tabel 2).

**Tabel 2.** Tinggi tanaman jagung dan kedelai di lahan kering Situbondo dan Sumenep, MK I 2018

| Sistem Tanam           | Situbondo                             |        |        |                                       |       |       | Sumenep                              |        |        |                                       |        |        |
|------------------------|---------------------------------------|--------|--------|---------------------------------------|-------|-------|--------------------------------------|--------|--------|---------------------------------------|--------|--------|
|                        | Tinggi tanaman jagung pada...HST (cm) |        |        | Tinggi tanaman kedelai pada...HST(cm) |       |       | Tinggi tanaman jagung pada...HST(cm) |        |        | Tinggi tanaman kedelai pada...HST(cm) |        |        |
|                        | 30                                    | 60     | 90     | 30                                    | 60    | 90    | 30                                   | 60     | 90     | 30                                    | 60     | 90     |
| a) Jagung              | 44,8a                                 | 193,9a | 194,1a | -                                     | -     | -     | 99,0a                                | 173,1a | 181,3a | -                                     | -      | -      |
| b) Jagung<br>d.row     | 39,8a                                 | 186,8a | 195,0a | -                                     | -     | -     | 99,1a                                | 170,2a | 176,4a | -                                     | -      | -      |
| c) Jagung +<br>Kedelai | 39,0a                                 | 149,5b | 151,4b | -                                     | -     | -     | 100,1a                               | 150,6b | 152,1b | -                                     | -      | -      |
| d) Kedelai             | -                                     | -      | -      | 27,2a                                 | 79,9a | 82,7a | -                                    | -      | -      | 50,7a                                 | 102,3a | 103,5a |
|                        | -                                     | -      | -      | 27,3a                                 | 75,1a | 77,4a | -                                    | -      | -      | 52,7a                                 | 105,7a | 105,8a |
| KK (%)                 | 19,9                                  | 8,2    | 4,8    | 10,1                                  | 5,5   | 2,6   | 12,99                                | 9,2    | 9,0    | 7,6                                   | 5,7    | 2,6    |

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut DMRT pada taraf 5%. HST: Hari setelah tanam

**Tabel 3.** Jumlah daun jagung dan kedelai lahan kering di Situbondo dan Sumenep, MK 1 2018

| Sistem Tanam           | Situbondo                     |        |       |                                |      |       | Sumenep                       |       |       |                                |       |       |
|------------------------|-------------------------------|--------|-------|--------------------------------|------|-------|-------------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|
|                        | Jumlah daun jagung pada...HST |        |       | Jumlah daun kedelai pada...HST |      |       | Jumlah daun jagung pada...HST |       |       | Jumlah daun kedelai pada...HST |       |       |
|                        | 30                            | 60     | 90    | 30                             | 60   | 90    | 30                            | 60    | 90    | 30                             | 60    | 90    |
| a) Jagung              | 7,3a                          | 12,5a  | 12,7a | -                              | -    | -     | 7,8a                          | 11,5a | 11,5a | -                              | -     | -     |
| b) Jagung<br>d.row     | 7,2a                          | 12,0ab | 12,0a | -                              | -    | -     | 7,7a                          | 11,6a | 11,6a | -                              | -     | -     |
| c) Jagung +<br>Kedelai | 5,8 b                         | 11,3 b | 11,4a | -                              | -    | -     | 7,1a                          | 11,1a | 11,2a | -                              | -     | -     |
| d) Kedelai             | -                             | -      | -     | 6,0a                           | 9,8a | 9,8a  | -                             | -     | -     | 8,9a                           | 12,1a | 12,1a |
|                        | -                             | -      | -     | 5,8a                           | 9,5a | 11,1a | -                             | -     | -     | 9,3a                           | 12,4a | 12,4a |
| KK (%)                 | 9,6                           | 6,3    | 6,5   | 12,9                           | 5,4  | 7,8   | 13,5                          | 7,1   | 7,6   | 5,55                           | 6,6   | 4,8   |

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut DMRT pada taraf 5%. HST: Hari setelah tanam

Kedelai yang ditanam di Situbondo secara monokultur maupun tumpangsari dengan jagung mempunyai jumlah daun yang tidak berbeda nyata. Hal yang sama juga terjadi di Sumenep, yakni jumlah daun jagung dan jumlah daun kedelai monokultur maupun tumpangsari pada pengamatan 30, 60, dan 90 HST tidak menunjukkan perbedaan. Pertanaman jagung monokultur pengamatan 30 dan 60 HST terjadi peningkatan jumlah daun secara nyata dibanding pertanaman jagung tumpangsari dengan kedelai, namun setelah 90 HST tidak terjadi perbedaan yang nyata (Tabel 3).

Jumlah polong kedelai di Situbondo, pada pola tanam monokultur maupun kedelai tumpangsari dengan jagung ada perbedaan, sedangkan di Sumenep jumlah polong terbanyak (meningkat 24,5%) dijumpai pada kedelai monokultur dibanding kedelai tumpangsari dengan jagung. Jumlah tongkol dengan sistem tanam jagung dan kedelai di Situbondo maupun di Sumenep tidak terdapat perbedaan (Tabel 4).

Bobot biomas segar dari pemangkasan jagung 15 hari sebelum panen terbanyak didapat dari jagung monokultur dibandingkan jagung tumpangsari dengan kedelai baik di Situbondo maupun di Sumenep. Lebih besarnya bobot biomas segar pangkasan jagung monokultur disebabkan oleh populasi tanaman lebih banyak (2 kali lipat) dibanding jagung tumpangsari dengan kedelai. Pemangkasan daun jagung tidak berpengaruh terhadap produktivitas tanaman jika dilakukan dalam waktu yang tepat. Daun yang berada pada bagian bawah merupakan daun yang mengalami proses penuaan (Permanasari dan Kastono 2012; Sumajow *et al.* 2016; Susanti *et al.* 2017). Hasil penelitian Arifin *et al.* (2014) menunjukkan bahwa pemangkasan batang di atas tongkol dan daun di bawah tongkol pada 15 hari sebelum panen jagung tidak menurunkan hasil tongkol, bahkan diperoleh biomas segar hasil pangkasan jagung yang dapat digunakan sebagai pakan ternak.

Bobot tongkol jagung *double row* tertinggi sebesar 11,5 t/ha tongkol kering (Situbondo) dan

**Tabel 4.** Jumlah tongkol jagung, polong kedelai, bobot pangkasan daun jagung, dan bobot tongkol jagung pada lahan kering di Kabupaten Situbondo dan Sumenep, MK I 2018

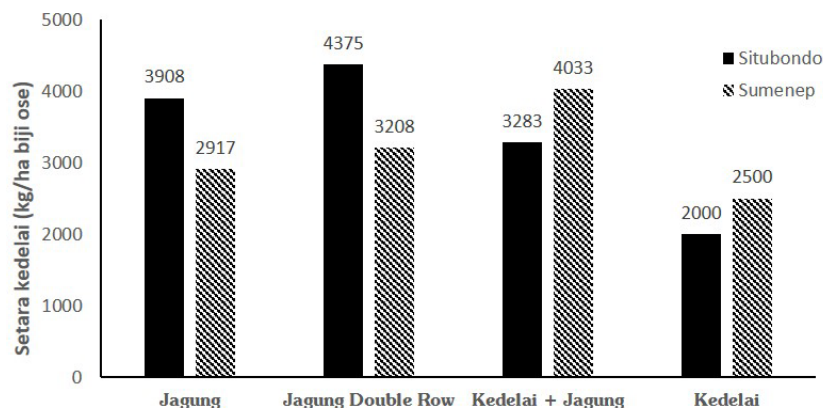
| SistemTanam            | Situbondo             |                       |                               |                             | Sumenep               |                       |                               |                             |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------------|
|                        | Jumlah tongkol jagung | Jumlah polong kedelai | Bobot pangkasan jagung (t/ha) | Bobot tongkol jagung (t/ha) | Jumlah tongkol jagung | Jumlah polong kedelai | Bobot pangkasan jagung (t/ha) | Bobot tongkol jagung (t/ha) |
| a) Jagung              | 1,1a                  | -                     | 7,1a                          | 9,3b                        | 1,2a                  | -                     | 4,2a                          | 7,1a                        |
| b) Jagung <i>d.row</i> | 1,1a                  | -                     | 7,9a                          | 11,5a                       | 1,2a                  | -                     | 4,3a                          | 7,3a                        |
| c) Jagung + Kedelai    | 1,5a                  | -                     | 2,6b                          | 3,4c                        | 1,3a                  | -                     | 2,0b                          | 4,0b                        |
| d) Kedelai             | -                     | 60,6a                 | -                             | -                           | -                     | 50,3 b                | -                             | -                           |
|                        | -                     | 62,3a                 | -                             | -                           | -                     | 62,6a                 | -                             | -                           |
| KK (%)                 | 21,7                  | 4,3                   | 9,6                           | 15,5                        | 16,9                  | 4,9                   | 6,2                           | 11,5                        |

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut DMRT pada taraf 5%.

**Tabel 5.** Bobot 100 biji jagung dan kedelai pada lahan kering di Kabupaten Situbondo dan Sumenep, MK I 2018

| Sistem Tanam                | Situbondo                 |                            | Sumenep                   |                            |
|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
|                             | Bobot 100 biji jagung (g) | Bobot 100 biji kedelai (g) | Bobot 100 biji jagung (g) | Bobot 100 biji kedelai (g) |
| a) Jagung                   | 13,9a                     | -                          | 15,0a                     | -                          |
| b) Jagung <i>double row</i> | 13,7a                     | -                          | 14,8a                     | -                          |
| c) Jagung + Kedelai         | 13,0a                     | -                          | 14,3b                     | -                          |
|                             | -                         | 13,2a                      | -                         | 12,6b                      |
| d) Kedelai                  | -                         | 14,2a                      | -                         | 12,8a                      |
| KK (%)                      | 3,0                       | 2,0                        | 1,1                       | 2,1                        |

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut DMRT pada taraf 5%.

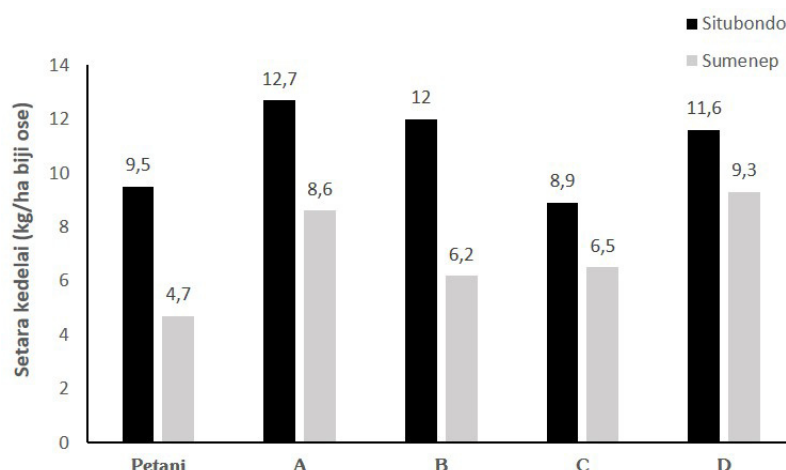
**Gambar 2.** Hasil setara kedelai dari sistem tanam kedelai dan jagung pada lahan kering di Kabupaten Situbondo dan Sumenep pada MK I 2018.

7,3 t/ha tongkol kering (Sumenep). Bobot tongkol paling rendah diperoleh dari jagung tumpangsari dengan kedelai karena populasi tanaman jagung yang rendah.

Pertanaman kedelai secara tumpangsari dengan jagung mempunyai bobot 100 biji kedelai maupun bobot 100 biji jagung yang tidak berbeda dibandingkan pertanaman kedelai atau jagung monokultur Situbondo (Tabel 5). Namun di Sumenep terjadi perbedaan yang nyata terhadap bobot 100 biji kedelai atau bobot 100 biji jagung

antara pertanaman monokultur dengan tumpangsari. Dengan demikian perbedaan bobot 100 biji pada tanaman jagung secara tumpangsari juga mempengaruhi bobot 100 biji pada tanaman kedelai.

Hasil kedelai meningkat meski tidak nyata (0,1-0,2 t/ha) dari sistem tanam kedelai monokultur 2,2 t/ha biji (Situbondo) dan 2,5 t/ha biji (Sumenep) dibandingkan kedelai tumpangsari dengan jagung. Hasil jagung tertinggi diperoleh pada sistem tanam jagung monokultur *double row* 7,5 t/ha pipilan kering (Situbondo) dan 5,5 t/ha pipilan kering



**Gambar 3.** Hasil setara kedelai dari pola tanam berbasis jagung dan kedelai di lahan kering Kabupaten Situbondo dan Kabupaten Sumenep, MT 2018. Petani : Padi Tapin/Jagung<sup>a)</sup> -Jagung , a) Padi Tapin/Jagung<sup>a)</sup> -Jagung // Jagung, b) Padi Tapin/Jagung<sup>a)</sup> -Jagung double row//Kedelai, c) Padi Tapin/Jagung<sup>a)</sup> -Kedelai + Jagung, d) Padi Tapin/Jagung<sup>a)</sup> -Kedelai – Jagung, <sup>a)</sup>Sistem tanam monokultur petani pada MH

**Tabel 6.** Hasil jagung dan kedelai di Kabupaten Situbondo dan Sumenep, MK I 2018

| Sistem Tanam         | Situbondo             |                     | Sumenep               |                     |
|----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
|                      | Jagung (t/ha pipilan) | Kedelai (t/ha biji) | Jagung (t/ha pipilan) | Kedelai (t/ha biji) |
| a) Jagung            | 6,7a                  | -                   | 5,0a                  | -                   |
| b) Jagung double row | 7,5a                  | -                   | 5,5a                  | -                   |
| c) Jagung + Kedelai  | 2,2 b                 | -                   | 2,8 b                 | -                   |
|                      | -                     | 2,0a                |                       | 2,4a                |
| d) Kedelai           | -                     | 2,2a                |                       | 2,5a                |
| C V (%)              | 19,6                  | 4,05                | 12,6                  | 3,4                 |

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut DMRT pada taraf 5%

**Tabel 7.** Pengelolaan pola tanam jagung dan kedelai di lahan kering Kabupaten Situbondo dan Sumenep, MK I 2018

| Sistem dan Pola Panam                                          | Situbondo    |                |                 |                               | Sumenep      |                |                 |                               |
|----------------------------------------------------------------|--------------|----------------|-----------------|-------------------------------|--------------|----------------|-----------------|-------------------------------|
|                                                                | MH<br>(t/ha) | MK I<br>(t/ha) | MK II<br>(t/ha) | Setara kedelai<br>(t/ha biji) | MH<br>(t/ha) | MK I<br>(t/ha) | MK II<br>(t/ha) | Setara kedelai<br>(t/ha biji) |
| Padi Tapin/Jagung <sup>a)</sup> -Jagung (Pola Petani)          | 8,0          | 6,6            | -               | 9,5                           | 3,5          | 3,8            | -               | 4,7                           |
| a) Padi Tapin/Jagung <sup>a)</sup> -Jagung // Jagung           | 8,0          | 6,7            | 5,4             | 12,7                          | 3,5          | 5,0            | 5,9             | 8,8                           |
| b) Padi Tapin/Jagung <sup>a)</sup> -Jagung double row//Kedelai | 8,0          | 7,5            | 2,0             | 12,0                          | 3,5          | 5,5            | 0,5             | 6,2                           |
| c) Padi Tapin/Jagung <sup>a)</sup> -Kedelai + Jagung           | 8,0          | 2,0            | -               | 8,9                           | 3,5          | 2,4            | -               | 6,5                           |
|                                                                |              | 2,2            |                 |                               |              | 2,8            |                 |                               |
| d) Padi Tapin/Jagung <sup>a)</sup> -Kedelai – Jagung           | 8,0          | 2,2            | 6,5             | 11,6                          | 3,5          | 2,5            | 7,4             | 9,3                           |

Keterangan: <sup>a)</sup>Sistem tanam monokultur petani pada MH : Padi Tapin (Situbondo) dan Jagung (Sumenep)  
 Harga gabah : Rp4200/kg GKP; jagung : Rp3500/kg pipilan; kedelai : Rp6000/kg biji.

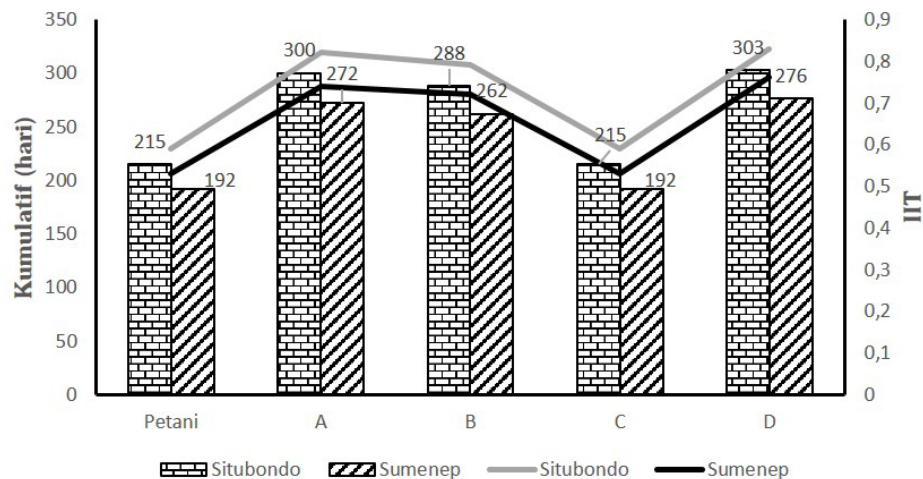
(Sumenep). Hasil jagung terendah diperoleh pada jagung tumpangsari dengan kedelai 2,2-2,8 t/ha pipilan kering atau terjadi kenaikan 2,7-5,3 t/ha pipilan kering lebih rendah dari monokultur *double row* (Tabel 6). Menurut Carruthers *et al.* (2000), jagung berkompetisi dengan kedelai menyebabkan terjadinya penurunan bobot biji untuk menyeimbangkan hilangnya biomas pada fase vegetatif.

Di Sumenep, dalam kondisi kekurangan air pada awal pertumbuhan, tanaman kedelai tumbuh lebih

baik dibandingkan jagung. Menurut Turmudi (2002), terbatasnya ketersediaan air menyebabkan persaingan yang kuat terhadap pemanfaatan air dan hara, sehingga tanaman kedelai yang mempunyai perakaran lebih dalam dapat memperoleh air dan hara yang lebih cukup dibanding tanaman jagung yang perakarannya lebih dangkal.

### Pola Tanam Padi, Jagung dan Kedelai

Usahatani kedelai dan jagung di Situbondo yang terbaik didapat dengan menerapkan sistem tanam



**Gambar 4.** Waktu penggunaan lahan dan nilai IIT dari beberapa pola tanam di lahan kering Kabupaten Situbondo dan Sumenep, MT 2018. Petani : Padi Tapin/Jagung<sup>\*</sup> -Jagung , a) Padi Tapin/Jagung<sup>\*</sup> -Jagung // Jagung, b) Padi Tapin/Jagung<sup>\*</sup> -Jagung double row//Kedelai, c)Padi Tapin/Jagung<sup>\*</sup> -Kedelai + Jagung, d)Padi Tapin/Jagung<sup>\*</sup> -Kedelai – Jagung, <sup>\*</sup>Sistem tanam monokultur petani pada MH

**Tabel 8.** Indeks intensitas tanam dari pola tanaman berbasis jagung dan kedelai di Kabupaten Situbondo dan Kabupaten Sumenep, MK 2018

| Sistem dan Pola Panam                                         | Situbondo   |                  |      | Sumenep     |                  |      |
|---------------------------------------------------------------|-------------|------------------|------|-------------|------------------|------|
|                                                               | Umur (hari) | Kumulatif (hari) | IIT  | Umur (hari) | Kumulatif (hari) | IIT  |
| Padi Tapin/Jagung <sup>*</sup> -Jagung (Pola Petani)          | 115         | 215              | 0,59 | 97          | 192              | 0,53 |
| A) Padi Tapin/Jagung <sup>*</sup> -Jagung // Jagung           | 100         |                  |      | 95          |                  |      |
|                                                               | 115         | 300              | 0,82 | 97          | 272              | 0,74 |
| B) Padi Tapin/Jagung <sup>*</sup> -Jagung double row//Kedelai | 100         |                  |      | 95          |                  |      |
|                                                               | 85          |                  |      | 80          |                  |      |
| C) Padi Tapin/Jagung <sup>*</sup> -Kedelai + Jagung           | 115         | 288              | 0,79 | 97          | 262              | 0,72 |
|                                                               | 100         |                  |      | 95          |                  |      |
| D) Padi Tapin/Jagung <sup>*</sup> -Kedelai – Jagung           | 73          |                  |      | 70          |                  |      |
|                                                               | 115         | 215              | 0,59 | 97          | 192              | 0,53 |
|                                                               | 100         |                  |      | 95          |                  |      |
|                                                               | 115         | 303              | 0,83 | 97          | 276              | 0,76 |
|                                                               | 88          |                  |      | 84          |                  |      |
|                                                               | 100         |                  |      | 95          |                  |      |

Keterangan: <sup>\*</sup>) Pola tanam petani pada MH: Padi Tanam Pindah (Tapin) (Situbondo) dan Jagung (Sumenep)

jagung monokultur *double row* sebesar 7,5 t/ha pipilan atau setara dengan hasil kedelai 4,375 t biji (hasil jagung 7.500 kg x harga jagung Rp3500/kg; harga kedelai Rp6000/kg). Di Sumenep hasil terbaik diperoleh dengan menerapkan sistem tanam tumpangsari jagung dan kedelai dengan hasil setara kedelai 4,033 t biji (hasil jagung 2.800 kg x harga jagung Rp3500/kg; harga kedelai Rp6000/kg + hasil kedelai 2.400 kg) (Gambar 2). Hasil kedelai monokultur maupun tumpangsari cukup baik, di Situbondo mencapai 2,2 t/ha dan 2,0 t/ha serta di Sumenep 2,5 t/ha dan 2,4 t/ha. Namun karena harga kedelai di tingkat petani hanya Rp6000/kg, maka usahatani kedelai kurang kompetitif dibanding usahatani jagung yang harganya Rp3500/kg.

Keragaan pola tanam berbasis kedelai dan jagung dipengaruhi oleh teknik pengelolaan tanaman dan kondisi lingkungan tumbuhnya (Tabel 7). Penerapan

pola tanam berbasis kedelai dan jagung lahan kering di Situbondo dan Sumenep diperoleh hasil setara kedelai yang beragam (Gambar 3).

Pengelolaan sistem tanam monokultur maupun tumpangsari dalam satu kesatuan pola tanam memperlihatkan hasil terbaik di Situbondo ketika menerapkan pola tanam padi tapin dilanjutkan dengan jagung dan tanam sisip jagung (padi tapin-jagung//jagung) dengan hasil setara kedelai 12,7 t biji (hasil padi 8.000 kg x harga gabah Rp4200/kg; harga kedelai Rp6000/kg + hasil jagung 6.700 kg x harga jagung Rp3500/kg; harga kedelai Rp6000/kg + hasil jagung 5.400 kg x harga jagung Rp3500; harga kedelai Rp6000/kg). Sedangkan di Sumenep dijumpai pada pola tanam jagung dilanjutkan dengan kedelai dan jagung (jagung-kedelai-jagung) dengan hasil setara kedelai 9,3 t biji (hasil jagung 3.500 kg x harga jagung Rp3500/kg; harga kedelai Rp6000/

**Tabel 9.** Analisis usahatani sistem tanam kedelai dan jagung lahan kering Situbondo pada MK I 2018

| Kegiatan                        | Jagung Biasa |                       | Jagung <i>Double Row</i> |                       | Kedelai/Jagung |                       | Kedelai |                       |
|---------------------------------|--------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|----------------|-----------------------|---------|-----------------------|
|                                 | Volume       | Nilai (Rp) x (Rp.000) | Volume                   | Nilai (Rp) x (Rp.000) | Volume         | Nilai (Rp) x (Rp.000) | Volume  | Nilai (Rp) x (Rp.000) |
| <b>A. T. Kerja (HOK)</b>        |              |                       |                          |                       |                |                       |         |                       |
| 1. Olah tanah                   | 10           | 1000                  | 10                       | 1000                  | 10             | 1000                  | 10      | 1000                  |
| 2. Penanaman                    | 22           | 1320                  | 26                       | 1560                  | 24             | 1440                  | 20      | 1200                  |
| 3. Pemupukan                    | 8            | 480                   | 8                        | 480                   | 8              | 480                   | 8       | 480                   |
| 4. Penyiangan                   | 20           | 1200                  | 20                       | 1200                  | 25             | 1500                  | 25      | 1500                  |
| 5. Pengend. OPT                 | 4            | 240                   | 4                        | 240                   | 4              | 240                   | 4       | 240                   |
| 6. Pengairan                    | 4            | 240                   | 4                        | 240                   | 4              | 240                   | 4       | 240                   |
| 7. Pangkas jagung               | 8            | 480                   | 8                        | 480                   | 4              | 240                   |         |                       |
| 8. Panen                        | 18           | 1080                  | 20                       | 1200                  | 12             | 720                   | 12      | 720                   |
| 9. Pasca panen                  | 12           | 720                   | 12                       | 720                   | 14             | 840                   | 12      | 720                   |
| <b>B. Sarana Produksi (kg)</b>  |              |                       |                          |                       |                |                       |         |                       |
| 1. Benih (kg)                   |              |                       |                          |                       |                |                       |         |                       |
| - Jagung                        | 25           | 1125                  | 12                       | 540                   | 12             | 540                   | 12      | 540                   |
| - Kedelai                       |              |                       | 40                       | 360                   | 40             | 360                   |         |                       |
| 2. Pupuk (kg)                   |              |                       |                          |                       |                |                       |         |                       |
| - Organik                       | 1000         | 500                   | 1000                     | 500                   | 1000           | 500                   | 1000    | 500                   |
| - Urea                          | 250          | 450                   | 250                      | 450                   |                |                       |         |                       |
| - Phonska                       | 250          | 575                   | 250                      | 575                   | 250            | 575                   | 250     | 575                   |
| 3. Pestisida (botol)            | 2            | 120                   | 2                        | 100                   | 2              | 100                   | 2       | 100                   |
| Biaya Produksi                  | 9.530        |                       | 9.285                    |                       | 8.775          |                       | 7.635   |                       |
| - Hasil jagung pipilan          | 6.708        | 23.478                | 7.542                    | 26.397                | 2.175          | 7.612,5               |         |                       |
| - Hasil biji kedelai            |              |                       | 1.958                    | 11.748                | 2.167          | 13.002                |         |                       |
| - Hasil pangkas jagung          | 7.094        | 1.064,1               | 7.894                    | 1.184,1               | 2.639          | 395,8                 |         |                       |
| Total hasil setara biji kedelai | 4.090        | 24.542,1              | 4.5972                   | 7.581,1               | 3.293          | 19.756,3              | 2167    | 13.002                |
| Keuntungan                      |              | 15.012,1              |                          | 8.296,1               |                | 10.781,31             |         | 5.167                 |
| R/C                             |              | 2,57                  |                          | 2,97                  |                | 2,25                  |         | 1,70                  |

Keterangan : Harga jagung pipilan: Rp3500/kg; Harga biji kedelai: Rp6000/kg; Harga biomas pangkasan jagung (pakan ternak): Rp150/kg.

kg + hasil kedelai 2.500 kg + hasil jagung 7.400 kg x harga jagung Rp3500/kg; harga kedelai Rp6000/kg). Meningkatnya hasil setara kedelai dari sistem dan pola tanam berbasis jagung dan kedelai dipengaruhi oleh pengelolaan lahan aktual yang didasarkan pada perspektif area dan waktu melalui pengukuran Indeks Intensitas Tanam (Tabel 8).

Penerapan pola tanam berbasis kedelai dan jagung mempengaruhi waktu penggunaan lahan dan umur tanaman. Meskipun hasil setara kedelai tertinggi di Situbondo didapat dengan pola tanam padi tapin-jagung//jagung (Tabel 7), namun waktu penggunaan lahan lebih lama yaitu 300 hari. Sedang di Sumenep dengan pola tanam jagung-kedelai-jagung membutuhkan waktu penggunaan lahan 276 hari (Gambar 4).

Indek intensitas tanam (IIT) ditentukan oleh penggunaan lahan selama setahun dengan sistem dan pola tanam yang diusahakan. Semakin banyak tanaman yang diusahakan secara tumpang gilir (*multiple cropping*) maupun penanaman secara bergiliran (*sequential planting*) diperoleh peningkat-

an nilai IIT. Pola tanam padi tapin-jagung // jagung dan padi tapin-kedelai-jagung diperoleh nilai IIT tertinggi yaitu 0,82 dan 0,83 (Situbondo), sehingga dalam satu tahun hanya terdapat 18 dan 17% sisa waktu yang dapat digunakan untuk penanaman tanaman berikutnya. Di Sumenep dengan pola tanam yang sama diperoleh nilai IIT 0,74 dan 0,76, sehingga dalam satu tahun masih terdapat 26 dan 24% sisa waktu yang dapat digunakan untuk penanaman tanaman berikutnya.

### Analisis Usahatani Kedelai dan Jagung

Analisis usahatani kedelai dan jagung pada MK I 2018 di Situbondo dengan penerapan sistem tanam jagung *double row* (100 cm x 50 cm x 20 cm) diperoleh hasil 7,542 t/ha pipilan kering dan biomas hasil pangkasan jagung 7,894 t/ha sehingga keuntungan mencapai Rp18.296.100 dan nilai R/C 2,97. Sebaliknya di Sumenep, pertumbuhan jagung kurang baik karena kekurangan air, sedangkan pertumbuhan kedelai cukup baik. Hasil tanaman terbaik di Sumenep didapat pada

**Tabel 10.** Analisis usahatani sistem tanam kedelai dan jagung lahan kering Sumenep pada MK I 2018

| Kegiatan                        | Jagung Biasa |                          | Jagung <i>Double Row</i> |                          | Kedelai/Jagung |                          | Kedelai |                          |
|---------------------------------|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------|--------------------------|---------|--------------------------|
|                                 | Volume       | Nilai (Rp)<br>(x Rp.000) | Volume                   | Nilai (Rp)<br>(x Rp.000) | Volume         | Nilai (Rp)<br>(x Rp.000) | Volume  | Nilai (Rp)<br>(x Rp.000) |
| <b>A. T. Kerja (HOK)</b>        |              |                          |                          |                          |                |                          |         |                          |
| 1. Olah tanah                   | 8            | 1200                     | 8                        | 1200                     | 8              | 1200                     | 8       | 1200                     |
| 2. Penanaman                    | 18           | 1170                     | 22                       | 1430                     | 30             | 1950                     | 24      | 1560                     |
| 3. Pemupukan                    | 6            | 450                      | 6                        | 450                      | 4              | 300                      | 4       | 300                      |
| 4. Penyiangan                   | 24           | 1560                     | 24                       | 1560                     | 25             | 1625                     | 25      | 1625                     |
| 5. Pengend. OPT                 | 2            | 150                      | 2                        | 150                      | 2              | 150                      | 2       | 150                      |
| 6. Pengairan                    | 2            | 900                      | 2                        | 900                      | 2              | 900                      | 1       | 450                      |
| 7. Pangkas jagung               | 8            | 480                      | 8                        | 480                      | 4              | 240                      |         |                          |
| 8. Panen                        | 25           | 1725                     | 28                       | 1820                     | 38             | 2470                     | 28      | 1900                     |
| 9. Pasca panen                  | 10           | 650                      | 12                       | 780                      | 14             | 910                      | 8       | 550                      |
| <b>B. Sarana Produksi (kg)</b>  |              |                          |                          |                          |                |                          |         |                          |
| 1. Benih (kg)                   |              |                          |                          |                          |                |                          |         |                          |
| - Jagung                        | 25           | 1125                     | 25                       | 1125                     | 12             | 540                      |         |                          |
| - Kedelai                       |              |                          |                          |                          | 40             | 360                      | 40      | 360                      |
| 2. Pupuk (kg)                   |              |                          |                          |                          |                |                          |         |                          |
| - Organik                       | 1000         | 500                      | 1000                     | 500                      | 1000           | 500                      | 1.000   | 500                      |
| - Urea                          | 250          | 450                      | 250                      | 450                      |                |                          |         |                          |
| - Phonska                       | 250          | 575                      | 250                      | 575                      | 250            | 575                      | 250     | 575                      |
| 3. Pestisida (botol)            | 2            | 120                      | 2                        | 120                      | 2              | 100                      | 2       | 100                      |
| Biaya Produksi                  |              | 11.055                   |                          | 11.540                   |                | 11.820                   |         | 9.270                    |
| - Hasil jagung pipilan          | 4.958        | 17.353                   | 5.533                    | 19.365,5                 | 2.775          | 9.712,5                  |         |                          |
| - Hasil biji kedelai            |              |                          | 2.385                    | 14.310                   | 2.500          | 15.000                   |         |                          |
| - Hasil pangkas jagung          | 4.200        | 630                      | 4.325                    | 648,7                    | 2.025          | 303,7                    |         |                          |
| Total hasil setara biji kedelai | 2.997        | 17.983                   | 3.336                    | 20.014,2                 | 4.054          | 24.326,2                 | 2.500   | 15.000                   |
| Keuntungan                      |              | 6.9281                   |                          | 8.474,2                  |                | 2.306,2                  |         | 5.530                    |
| R/C                             |              | 1,63                     |                          | 1,73                     |                | 2,06                     |         | 1,62                     |

Keterangan : Harga jagung pipilan: Rp3500/kg; Harga biji kedelai: Rp6000/kg; Harga biomas pangkasan jagung (pakan ternak): Rp150/kg.

pertanaman kedelai 2,385 t/ha biji tumpangsari dengan jagung 2,775 t/ha pipilan kering serta biomas segar hasil pangkasan jagung 2,025 t/ha sehingga diperoleh keuntungan Rp12.306.200 dengan R/C 2,06 (Tabel 9 & 10).

## KESIMPULAN

Penerapan sistem tanam monokultur dan tumpangsari dengan pola tanam yang menghasilkan setara kedelai terbaik di Situbondo adalah padi tapin-jagung // jagung, yaitu menghasilkan setara hasil kedelai 12,7 t biji/ha dengan nilai IIT 0,82, sedangkan di Sumenep pola tanam jagung-kedelai-jagung mampu memberikan hasil setara kedelai terbesar yakni 9,3 t biji/ha dengan nilai IIT 0,76.

Pada musim kemarau (MK I), penerapan sistem tanam monokultur jagung *double row* di Situbondo memperoleh hasil jagung 7,542 t/ha pipilan kering serta hasil pangkasan daun jagung 7,894 t/ha biomas segar dengan total pendapatan meningkat menjadi Rp27.581.100 dan R/C 2,97. Di Sumenep

penerapan sistem tanam kedelai tumpangsari dengan jagung memperoleh hasil kedelai 2,385 t/ha biji dan jagung 2,775 t/ha pipilan kering, serta biomas segar hasil pangkasan daun jagung 2,025 t/ha dengan total pendapatan sebesar Rp 24.326.200/ha dengan R/C 2,06.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Ibu Indriana Ratna Dewi, SP yang telah membantu dalam pelaksanaan kegiatan dan pengamatan tanaman sampai tersusunnya makalah ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman A, Dariah A, Mulyani A. 2008. Strategi dan teknologi pengelolaan lahan kering mendukung pengadaan pangan nasional. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian 27(2): 43-49.

- Aminah IS, Budianta D, Munandar, Perto Y, Sodikin E. 2014. Tumpangsari jagung (*Zea mays* L.) dan kedelai (*Glycine max* L. Merrill) untuk efisiensi penggunaan dan peningkatan produksi lahan pasang surut. *Jurnal Tanah dan Iklim* 38(2): 119-128.
- Arifin Z, Suwono, Arsyad DM. 2014. Pengaruh sistem tanam dan pemangkasan tanaman terhadap pertumbuhan dan hasil jagung dan kedelai. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian* 17(1): 15-26.
- Arifin Z. 2015. Usahatani konservasi lahan kering secara terpadu. Universitas Negeri Malang, Malang. 103 hlm.
- Belel MD, Halim RA, Rafii MY, Saud HM. 2014. Intercropping of corn with some selected legumes for improved forage production: A Review *Journal Agriculture Science* 6(3): 48-62.
- Carruthers K, Prithviraj B, Fe Q, Cloutier D, Martin RC, Smith DL. 2000. Intercropping corn with soybean, lupin and forages : yield component responses. *European Journal of Agronomy* 12(2): 103-115.
- Dariah A, Las I. 2010. Ekosistem lahan kering sebagai Pendukung Pembangunan Pertanian. Hlm. 46-66. Dalam: Suradisatra K, Pasaribu SM, Sayaka B, Dariah A, Las I, Haryono, Pasandaran E (eds.). *Membalik Kecenderungan Degradasi Sumberdaya Lahan dan Air*. Badan Litbang Pertanian. IPB-Press.
- Fagi AM, Partohardjono S. 2004. Diversifikasi Usahatani Berorientasi Padi. *Ekonomi Padi dan Beras Indonesia*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta. 606 Hlm.
- Gomez AK, Gomez AA. 1993. *Statistical Procedures for Agricultural Research*. 2nd Edition, Los Banos.
- Gonggo BM, Turmudi E, Brata W. 2003. Respon tumbuhan dan hasil ubi jalar pada sistem tumpang sari ubi jalar-jagung manis di lahan bebas alang-alang. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia* 5(1): 34-39.
- Lihtourgidis AS, Dorgas CA, Damalas CA, Vlachostergios DN. 2011. Annual Intercrops: an alternative pathway for sustainable agriculture. Review Article. *Australian Journal of Crop Science* 5(4): 396-410.
- Ningsih RD, Noor A. 2011. Penentuan waktu tanam yang tepat untuk mengurangi kehilangan hasil padi gogo di Kabupaten Tanah Bumbu Kalimantan Selatan. Hlm. 793-803. Dalam Abudlrachman S, Gani A, Susanti Z (eds.). *Prosiding Seminar Ilmiah Hasil Penelitian Padi Nasional 2010. Variabilitas dan Perubahan Iklim: Pengaruhnya Terhadap Kemandirian Pangan Nasional*. Balai Besar Penelitian Padi. Badan Litbang Pertanian.
- Machado S, Petrie S, Rhinhart K, Ramig RE. 2008. Tillage effects on water use and grain yield of winter wheat and green pea in rotation. *Agronomy Journal* 100(1): 154-162.
- Mayadewi NNA. 2007. Pengaruh jenis pupuk kandang dan jarak tanam terhadap pertumbuhan gulma dan hasil jagung manis. *Jurnal Bidang Ilmu Pertanian* 26(24): 153-159.
- Mulyani A, Sarwani M. 2013. Karakteristik dan potensi lahan suboptimal untuk pengembangan pertanian di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 7(1): 47-58.
- Muoneke CO, Ogwuche MAO, Kalu BA. 2007. Effect of maize planting density on the performance of maize/soybean intercropping system in a Guinea Savannah agroecosystem. *African Journal of Agricultural Research* 2(12): 667-677.
- Permanasari I, Kastono D. 2012. Pertumbuhan tumpangsari jagung dan kedelai pada perbedaan waktu tanam dan pemangkasan jagung. *Jurnal Agroteknologi* 3(1): 13-20.
- Prasad RB, Brook RM. 2005. Effect of varying maize densities on intercropped maize and soybean in Nepal. *Experimental Agriculture* 41: 365-382.
- Samosir SSR. 1998. Pengolahan lahan kering. Dalam Warsono *et al.* (eds.). *Pertanian Terpadu Suatu Strategi Untuk Mewujudkan Pertanian Kelanjutan*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Soekartawi. 1988. *Prinsip dasar komunikasi pertanian*. U.I. Press.
- Sumajow A, Rogi J, Tumbelaka S. 2016. Pengaruh pemangkasan daun bagian bawah terhadap produksi jagung manis (*Zea mays* var. *saccharata* Sturt). *Agri-Sosio Ekonomi* 12(1): 65-72.
- Susanti E, Susylowati, Pranoto H. 2017. Pertumbuhan dan daya hasil tumpang sari jagung (*Zea mays* L.) dan kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) terhadap waktu dan posisi pemangkasan jagung. *ZIRAA'AH* 42(1): 47-57.
- Syafruddin. 2016. Pemupukan N, P, dan K spesifik lokasi pada tanaman jagung di Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian* 19(2): 119-133.
- Turmudi E. 2002. Kajian pertumbuhan dan hasil dalam sistem tumpangsari jagung dengan empat kultivar kedelai pada berbagai waktu tanam. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia* 4(2): 89-96.
- Warsono IU, Gusti Ayu KS, Luluk PE, Sri W, Hesti, Eva O, Endang H, Rudi, Desyanti, Elis NH, Suwena M. 2002. *Pertanian Terpadu Suatu Strategi Untuk Mewujudkan Pertanian Kelanjutan*. Institut Pertanian Bogor.
- Yuwariah Y, Ruswandi D, Irwan AW. 2017. Pengaruh pola tanam tumpangsari jagung dan kedelai terhadap pertumbuhan dan hasil jagung hibrida dan evaluasi tumpangsari di Arjasari Kabupaten Bandung. *Jurnal Kultivasi* 16(3): 514-521.

## Keragaman Genetik Klon Ubi Jalar Ungu Berdasarkan Karakter Morfologi dan Agronomi

*Genetic Diversity of Purple Fleshed Sweet Potato Clones  
Based on Morphology and Agronomy Traits*

**Harlino Nandha Prayudha<sup>1</sup>, Amalia Murnihati Noerrizki<sup>2</sup>, Haris Maulana<sup>3</sup>, Debby Ustari<sup>3</sup>,  
Neni Rostini<sup>4</sup>, Agung Karuniawan<sup>4\*</sup>**

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Sarjana, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

<sup>2</sup> Mahasiswa Pascasarjana Program Magister Sumber Daya Hayati, Sekolah Pascasarjana,  
Universitas Padjadjaran

<sup>3</sup>Mahasiswa Pascasarjana Program Doktor Ilmu Pertanian, Fakultas Pertanian,  
Universitas Padjadjaran

<sup>4</sup>Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

Jl. Raya Jatinangor, Km. 21, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, 45363, Indonesia

\*Email : agung.karuniawan@unpad.ac.id

NASKAH DITERIMA 24 APRIL 2019; DISETUJUI UNTUK DITERBITKAN 21 OKTOBER 2019

### ABSTRAK

Keragaman genetik ubi jalar dapat dinilai berdasarkan analisis terhadap karakter-karakter tertentu. Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan pendugaan keragaman klon ubi jalar ungu berdasarkan karakter agronomi dan morfologi tanaman. Percobaan dilaksanakan selama musim hujan di Kebun Percobaan Ciparanje, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Sumedang, Jawa Barat mulai November 2018 sampai April 2019. Perlakuan adalah 11 klon ubi jalar ungu yang berasal dari Indonesia, Peru, dan Jepang. Pengamatan terdiri atas karakter agronomi dan morfologi, serta komponen hasil. Pendugaan keragaman genetik menggunakan analisis kluster, analisis komponen utama, uji mantel, dan perhitungan ragam genotipik dan fenotipik. Hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan keragaman genetik berdasarkan karakter agronomi dan karakter morfologi. Jarak genetik berdasarkan analisis kluster dan analisis komponen utama pada karakter agronomi dan morfologi masing-masing adalah 0,31–5,18 Euclidean dan 1,73–4,55 Euclidean. Korelasi keragaman agronomi dengan keragaman morfologi sangat lemah ( $r=0,096$ ). Perhitungan ragam genotipik dan fenotipik juga menunjukkan bahwa keragaman karakter agronomi cenderung luas.

Kata kunci: karakter agronomi, karakter morfologi, keragaman genetik, ubi jalar ungu

### ABSTRACT

Genetic diversity in sweet potato can be measured based on analysis of particular traits. This study aimed to estimate the diversity of purple-fleshed sweet potato clones based on their agronomy and morphology traits. The experiment was conducted during the rainy season in Ciparanje Research Station of Faculty of Agriculture, Padjadjaran University, Sumedang, West Java from November 2018 to April 2019. The materials were eleven clones of purple-fleshed sweet potato, which originated

from Indonesia, Peru, and Japan. Observations included agronomy and morphology traits and yield components. Estimation of genetic diversity was calculated using cluster analysis, principal component analysis, mantel test, and genotypic and phenotypic variations. The results showed that there were differences in genetic variability based on agronomy and morphology traits with a level of 0.31–5.18 Euclidean and 1.73–4.55 Euclidean, respectively. There was very small correlation ( $r=0.0959$ ) between the diversity of agronomy and morphology in purple-fleshed sweet potato. This study also noted that the agronomic traits had high variability.

Keywords: agronomy traits, morphology traits, genetic diversity, purple fleshed sweet potato

### PENDAHULUAN

Tanaman ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) merupakan salah satu komoditas pangan utama di dunia. Budi daya ubi jalar telah dilakukan di berbagai negara dengan produksi lebih dari 103 juta ton per tahun (Sugri *et al.* 2017; Feng *et al.* 2018). Keunggulan ubi jalar adalah kandungan nutrisinya yang lengkap, terdiri atas karbohidrat, serat pangan, antioksidan, serta berbagai vitamin dan mineral (Mohanraj dan Sivasankar 2014; Ji *et al.* 2015). Ubi jalar juga memiliki daya adaptasi baik pada berbagai lingkungan (Ngailo *et al.* 2016). Berbagai keunggulan tersebut dimiliki ubi jalar melalui keragaman varietas yang tersedia baik secara alami maupun hasil pemuliaan.

Ubi jalar merupakan tanaman dengan keragaman genetik yang luas. Keragaman genetik tersebut dipengaruhi oleh susunan genetik alami tanaman yang tergolong heksaploid, kemampuan berbunga, serta sifat inkompatibilitas tanaman (Grüneberg *et*

al. 2015; Wadl *et al.* 2018). Sifat-sifat yang mempengaruhi keragaman pada ubi jalar juga dapat membatasi kemajuan genetik tanaman (Gurmu *et al.* 2013). Oleh karena itu, diperlukan informasi yang cukup terkait keragaman genetik tanaman untuk keperluan pengembangan varietas ubi jalar.

Keragaman genetik pada ubi jalar dapat diduga menggunakan analisis terhadap karakter morfologi dan agronomi tanaman (Ngailo *et al.* 2016). Informasi yang diperoleh melalui analisis tersebut dapat digunakan sebagai acuan dalam menentukan kekerabatan dan potensi variasi genetik yang dapat dihasilkan (Andrade *et al.* 2017; Wadl *et al.* 2018), sehingga akan memudahkan pemilihan klon-klon ubi jalar dengan keunggulan yang dikehendaki.

Keragaman genetik ubi jalar berkaitan dengan kekerabatan yang dimiliki tanaman. Pendugaan kekerabatan dapat dilakukan dengan metode analisis kluster. Analisis kluster dapat digunakan untuk mengelompokkan individu berdasarkan kemiripan atau kesamaan yang dimiliki masing-masing individu tersebut. Keragaman genetik pada karakter tanaman disebabkan perbedaan latar belakang genetik masing-masing genotipe (Syukur *et al.* 2011). Nilai *Euclidean* digunakan dalam analisis kluster untuk mencerminkan jarak genetik masing-masing individu tanaman secara kuantitatif (Govindaraj *et al.* 2015). Oleh karena itu, ubi jalar yang berada dalam satu kluster akan memiliki lebih banyak kemiripan karakteristik.

Perbedaan antarkarakter tanaman dapat diidentifikasi menggunakan metode *Principal Component Analysis* (PCA). Metode ini digunakan untuk mengetahui karakter yang memiliki pengaruh terhadap keragaman genetik tanaman. Prosedur

yang dimiliki PCA memungkinkan peneliti untuk mendapatkan informasi penting yang representatif serta mengetahui hubungan antarvariabel pada suatu set data (Masnan *et al.* 2012; Das *et al.* 2017).

Pendekatan lain yang dapat digunakan untuk menduga keragaman genetik adalah analisis keragaman genotipe dan fenotipe (Hetharie *et al.* 2018). Karakter yang diamati dikategorikan memiliki keragaman yang luas apabila nilai ragam yang dimiliki bernilai sama atau lebih besar dua kali standar deviasi (Qosim *et al.* 2013). Keragaman genetik merupakan modal dasar untuk memperoleh karakter unggul dalam pemuliaan tanaman (Sunarya *et al.* 2017), dan untuk mempelajari hubungan antara karakter fenotipik dan genotipik tanaman (Da Silva *et al.* 2014). Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui keragaman genetik ubi jalar berdaging ungu berdasarkan karakter agronomi dan morfologi serta memperoleh informasi terkait keragaman genotipik dan fenotipik yang dimiliki.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan mulai bulan November 2018 sampai dengan April 2019 di Kebun Percobaan Ciparanje, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Sumedang, Jawa Barat. Lahan berada pada ketinggian  $\pm 750$  m dpl. Bahan yang digunakan adalah 11 klon ubi jalar berdaging ungu terdiri atas 9 klon asal Indonesia yaitu: Antin 3 (AT3), LRE, 14(184), 5(7), 3(4), INDPFU9, LC-1, 48(46), Biang, 1 klon asal Peru (PR-1102), dan 1 klon asal Jepang (AYM). Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok, tiga ulangan. Setiap klon ditanam pada plot 3 m $\times$ 5 m, dan ditanam 75 tanaman. Data karakter tanaman yang diamati sesuai dengan

**Tabel 1.** Keragaman morfologi 11 klon ubijalar ungu. Sumedang, MT November 2018 - April 2019

| Karakter | klon |     |     |         |      |      |         |      |         |        |       |
|----------|------|-----|-----|---------|------|------|---------|------|---------|--------|-------|
|          | AYM  | AT3 | LRE | 14(184) | 5(7) | 3(4) | INDPFU9 | LC-1 | PR-1102 | 48(46) | Biang |
| R        | 3    | 7   | 5   | 3       | 5    | 3    | 3       | 3    | 3       | 5      | 7     |
| WDB      | 4    | 6   | 3   | 3       | 1    | 6    | 3       | 1    | 7       | 7      | 3     |
| WSB      | 6    | 2   | 4   | 4       | 5    | 2    | 4       | 6    | 6       | 2      | 4     |
| BB       | 5    | 5   | 3   | 3       | 3    | 5    | 7       | 0    | 5       | 3      | 0     |
| BD       | 6    | 6   | 6   | 6       | 6    | 6    | 3       | 5    | 4       | 4      | 6     |
| TLD      | 3    | 3   | 3   | 5       | 5    | 5    | 1       | 7    | 3       | 0      | 3     |
| JLD      | 3    | 3   | 3   | 5       | 5    | 3    | 3       | 5    | 3       | 1      | 3     |
| BLD      | 4    | 4   | 2   | 4       | 4    | 2    | 2       | 6    | 2       | 1      | 4     |
| WTDA     | 2    | 8   | 2   | 8       | 2    | 8    | 3       | 5    | 8       | 8      | 3     |
| WDD      | 3    | 3   | 2   | 2       | 2    | 2    | 3       | 3    | 3       | 3      | 3     |
| WDM      | 9    | 9   | 6   | 6       | 7    | 7    | 6       | 7    | 7       | 7      | 3     |
| WTD      | 6    | 6   | 6   | 3       | 1    | 6    | 6       | 3    | 4       | 4      | 3     |

Keterangan : R = tipe rambatan, WDB = warna dominan batang, WSB = warna sekunder batang, BB = bulu batang, BD = bentuk daun, TLD = tipe lobus daun, JLD = jumlah lobus daun, BLD = bentuk lobus daun, WTDA = warna tulang daun abaksial, WDD = warna daun dewasa, WDM = warna daun muda, WTD = warna tangkai daun

**Tabel 2.** Keragaman agronomi 11 klon ubijalar berdaging ungu. Sumedang, MT November 2018 - April 2019

| Karakter | Klon  |       |        |         |        |       |         |       |         |        |        |
|----------|-------|-------|--------|---------|--------|-------|---------|-------|---------|--------|--------|
|          | AYM   | AT3   | LRE    | 14(184) | 5(7)   | 3(4)  | INDPFU9 | LC-1  | PR-1102 | 48(46) | Biang  |
| DRB (mm) | 4,93  | 5,20  | 4,30   | 4,30    | 5,07   | 5,13  | 4,83    | 3,37  | 4,90    | 5,13   | 5,73   |
| JRB (cm) | 3,00  | 5,67  | 3,33   | 4,50    | 4,07   | 3,83  | 4,17    | 2,23  | 3,87    | 3,67   | 3,97   |
| UD (cm)  | 11,13 | 10,10 | 10,53  | 10,83   | 10,90  | 10,57 | 8,67    | 10,67 | 10,57   | 10,33  | 10,53  |
| PTD (cm) | 15,60 | 10,33 | 14,23  | 18,33   | 17,73  | 15,03 | 12,80   | 11,90 | 16,80   | 16,43  | 18,23  |
| BUP (kg) | 13,06 | 8,08  | 9,58   | 7,01    | 13,95  | 9,65  | 10,74   | 17,82 | 4,38    | 3,03   | 22,57  |
| BUE (kg) | 1,60  | 1,53  | 2,09   | 1,11    | 2,30   | 1,41  | 2,81    | 3,78  | 0,13    | 0,00   | 4,70   |
| BUT (kg) | 0,33  | 0,30  | 0,48   | 0,29    | 0,54   | 0,15  | 0,80    | 0,54  | 0,22    | 0,05   | 0,51   |
| JUP      | 65,00 | 37,00 | 136,67 | 59,33   | 118,00 | 85,33 | 96,67   | 83,33 | 34,33   | 11,33  | 131,00 |
| JUE      | 9,33  | 10,00 | 14,00  | 8,33    | 15,33  | 10,00 | 20,67   | 17,67 | 1,00    | 0,00   | 27,67  |
| JUT      | 2,56  | 2,67  | 3,33   | 4,56    | 4,67   | 3,33  | 4,89    | 3,67  | 3,44    | 1,89   | 4,56   |
| PJG (cm) | 17,13 | 17,21 | 16,60  | 17,34   | 17,22  | 15,68 | 17,61   | 19,08 | 14,80   | 12,08  | 19,50  |
| DMT (mm) | 45,21 | 41,84 | 43,88  | 39,32   | 44,87  | 40,24 | 40,18   | 55,10 | 37,68   | 28,62  | 46,31  |

Keterangan : AT3 = Antin 3, DRB = diameter ruas batang, JRB = jarak ruas batang, UD = ukuran daun, PTD = panjang tangkai daun, BUP = bobot umbi per plot, BUE = bobot umbi ekonomis, BUT = bobot umbi per tanaman, JUP = jumlah umbi per plot, JUE = jumlah umbi ekonomis, JUT = jumlah umbi per tanaman, DMT = diameter umbi, PJG = panjang umbi

deskriptor ubi jalar (Zosimo 1991). Karakter agronomi yang diamati terdiri atas diameter ruas batang (DRB), jarak ruas batang (JRB), ukuran daun (UD), panjang tangkai daun (PTD), bobot umbi per plot (BUP), bobot umbi ekonomis (BUE), bobot umbi per tanaman (BUT), jumlah umbi per plot (JUP), jumlah umbi ekonomis (JUE), jumlah umbi per tanaman (JUT), diameter umbi (DMT), dan panjang umbi (PJG). Karakter morfologi yang diamati yaitu tipe rambatan (R), warna dominan batang (WDB), warna sekunder batang (WSB), bulu batang (BB), bentuk daun (BD), tipe lobus daun (TLD), jumlah lobus daun (JLD), bentuk lobus daun (BLD), warna tulang daun abaksial (WTDA), warna daun dewasa (WDD), warna daun muda (WDM), dan warna tangkai daun (WTD). Kekerasan ubi jalar dinilai berdasarkan keragaman genetik masing-masing karakter. Analisis terhadap data menggunakan analisis kluster dan PCA dengan bantuan perangkat lunak *Numerical Taxonomy and Multivariate System* (NTSYS). Data dihitung menggunakan jarak *Euclidean* yang diproses melalui metode *Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean* (UPGMA) terstandar, dan ditampilkan dalam bentuk dendrogram. Hubungan antara keragaman agronomi dan keragaman morfologi dinilai menggunakan uji mantel. Perhitungan analisis ragam genotipik dan fenotipik mengikuti Singh dan Chaudary (1979) dan hanya dilakukan pada karakter agronomi, dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Ragam genotipik } (\sigma_g^2) = \frac{KT_{genotip} - KT_{galat}}{r}$$

$$\text{Standar galat ragam genotipik } (Sd \sigma_g^2) = \sqrt{\frac{2}{r^2} \left\{ \frac{KT_g^2}{Dbg+2} + \frac{KT_e^2}{Dbe+2} \right\}}$$

$$\text{Ragam fenotipik } (\sigma_f^2) = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$\text{Standar galat ragam fenotipik } (Sd \sigma_f^2) = \sqrt{\frac{2}{r^2} \left\{ \frac{KT_g^2}{Dbg+2} \right\}}$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Keragaman Karakter Morfologi dan Agronomi

Karakter fisiologi dan agronomi semua klon ubi jalar yang diuji menunjukkan keragaman yang tinggi (Tabel 1, 2). Analisis PCA yang dilakukan pada karakter morfologi dan karakter agronomi menunjukkan perbedaan tingkat keragaman yang ditunjukkan oleh perbedaan nilai Eigenvalue dan jumlah sumbu (PC) masing-masing karakter. Menurut Pachauri *et al.* (2017) sumbu pertama (PC 1) akan menghimpun keragaman yang terjadi sebanyak yang dimungkinkan, dan sumbu setelahnya akan menghimpun kemungkinan sumber keragaman yang masih tersisa. Nilai Eigenvalue pada karakter morfologi berkisar antara 4,629 – 1,157 dengan lima sumbu yang digunakan (Tabel 3). Nilai Eigenvalue pada karakter agronomi berada pada rentang 4,806 – 1,133 dengan empat sumbu yang digunakan (Tabel 4). Karakter yang berpengaruh terhadap keragaman ditentukan berdasarkan nilai diskriminan dengan nilai lebih dari 0,7 (Jolliffe 2002). Sumbu yang digunakan pada masing-masing karakter menjadi komponen yang akan dianalisis lebih lanjut.

**Tabel 3.** Nilai kontribusi karakter morfologi ubi jalar ungu. Sumedang, MT November 2018 - April 2019

| PC | Eigenvalue | Persentase (%) | Kumulatif |
|----|------------|----------------|-----------|
| 1  | 4.62999421 | 38,5833        | 38,5833   |
| 2  | 1,94967909 | 16,2473        | 54,8306   |
| 3  | 1,75066248 | 14,5889        | 69,4195   |
| 4  | 1.24207179 | 10,3506        | 79,7701   |
| 5  | 1,15771257 | 9,6476         | 89,4177   |

PC= *principal component***Tabel 4.** Nilai kontribusi karakter agronomi ubi jalar ungu. Sumedang, MT November 2018 - April 2019

| PC | Eigenvalue | Persentase (%) | Kumulatif |
|----|------------|----------------|-----------|
| 1  | 4.80667585 | 40,0556        | 40,0556   |
| 2  | 2.48490207 | 20,7075        | 60,7631   |
| 3  | 1.74963774 | 14,5803        | 75,3435   |
| 4  | 1,13381758 | 9,4493         | 84,7928   |

**Tabel 5.** Nilai karakter yang berpengaruh pada karakter morfologi ubi jalar ungu. Sumedang, MT November 2018 - April 2019

| Karakter | PC1     | PC2     | PC3     | PC4     | PC5     |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| R        | 0,0491  | 0,8546  | 0,0415  | 0,1333  | 0,3843  |
| WDB      | 0,8568  | 0,0112  | 0,2587  | 0,3060  | -0,1007 |
| WSB      | -0,5586 | -0,4970 | -0,5170 | 0,0431  | 0,0518  |
| BB       | 0,6480  | -0,5521 | 0,1326  | -0,2936 | 0,1348  |
| BD       | -0,5038 | 0,2958  | 0,6274  | -0,0858 | 0,3940  |
| TLD      | -0,8210 | -0,2404 | 0,3949  | 0,1616  | 0,0858  |
| JLD      | -0,8906 | -0,2897 | 0,1621  | -0,0073 | -0,1089 |
| BLD      | -0,8203 | -0,0759 | -0,0005 | 0,4128  | 0,3218  |
| WTDA     | 0,4133  | -0,0512 | 0,5057  | 0,5772  | -0,4646 |
| WDD      | 0,3336  | -0,0294 | -0,6398 | 0,6131  | 0,2767  |
| WDM      | 0,2400  | -0,6051 | 0,3622  | 0,2847  | 0,4528  |
| WTD      | 0,6541  | -0,2506 | 0,1583  | -0,2205 | 0,4511  |

Keterangan: karakter berpengaruh dengan diskriminan >0,7 (Jolliffe, 2002), *principal component* (PC); R = tipe rambatan, WDB = warna dominan batang, WSB = warna sekunder batang, BB = bulu batang, BD = bentuk daun, TLD = tipe lobus daun, JLD = jumlah lobus daun, BLD = bentuk lobus daun, WTDA = warna tulang daun abaksial, WDD = warna daun dewasa, WDM = warna daun muda, WTD = warna tangkai daun.

Keragaman pada karakter morfologi terdiri dari lima sumbu dengan nilai kumulatif 89,4%. Karakter yang berpengaruh terhadap keragaman dapat dilihat dari nilai diskriminan pada Tabel 5. Keragaman pada sumbu pertama (PC 1) sebesar 40,1% yang dipengaruhi oleh karakter warna dominan batang, tipe lobus daun, jumlah lobus daun, dan bentuk lobus daun yang memiliki nilai diskriminan lebih dari 0,7. Pada PC 2, hanya karakter tipe rambatan

**Tabel 6.** Nilai karakter yang berpengaruh pada karakter agronomi ubi jalar ungu. Sumedang, MT November 2018 - April 2019

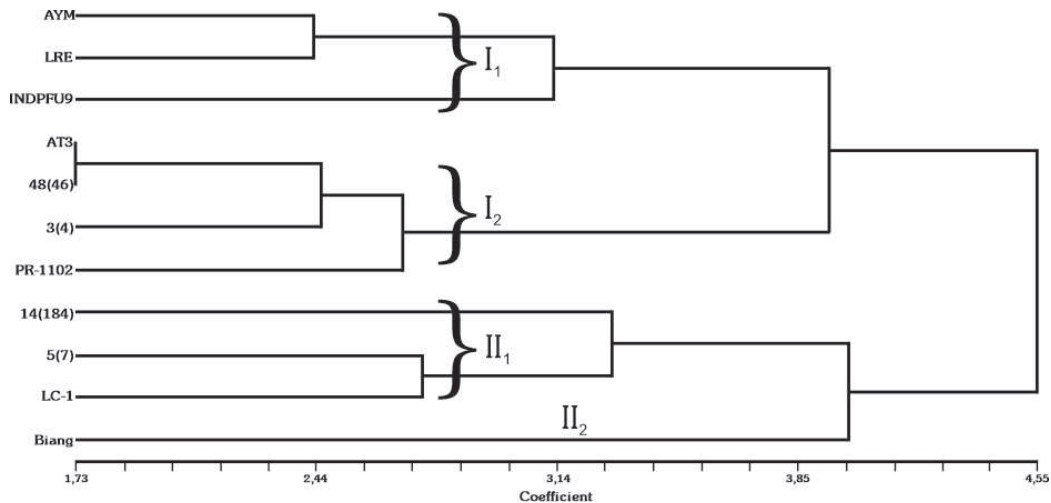
| Karakter | PC1     | PC2     | PC3     | PC4     |
|----------|---------|---------|---------|---------|
| DRB      | 0,2371  | 0,7086  | 0,4737  | 0,1261  |
| JRB      | -0,1126 | -0,7287 | 0,5466  | 0,2138  |
| UD       | 0,8344  | -0,2834 | 0,0491  | 0,1847  |
| PTD      | 0,7976  | 0,2262  | 0,3299  | 0,2393  |
| BUP      | 0,6383  | -0,0907 | -0,6870 | 0,1828  |
| BUE      | 0,4118  | -0,6810 | 0,5026  | -0,1746 |
| BUT      | -0,5729 | -0,2205 | 0,0662  | 0,6851  |
| JUP      | 0,5099  | 0,6750  | 0,4025  | 0,0992  |
| JUE      | -0,4952 | 0,0319  | -0,0625 | 0,6124  |
| JUT      | 0,7455  | -0,5405 | -0,2221 | 0,0416  |
| PJG      | 0,8396  | -0,0974 | 0,1894  | 0,0085  |
| DMT      | 0,8569  | 0,2036  | -0,3676 | 0,2468  |

Keterangan :PC= *principal component* , DRB = diameter ruas batang, JRB = jarak ruas batang, UD = ukuran daun, PTD = panjang tangkai daun, BUP = bobot umbi per plot, BUE = bobot umbi ekonomis, BUT = bobot umbi per tanaman, JUP = jumlah umbi per plot, JUE = jumlah umbi ekonomis, JUT = jumlah umbi per tanaman, PJG = panjang umbi, DMT = diameter umbi

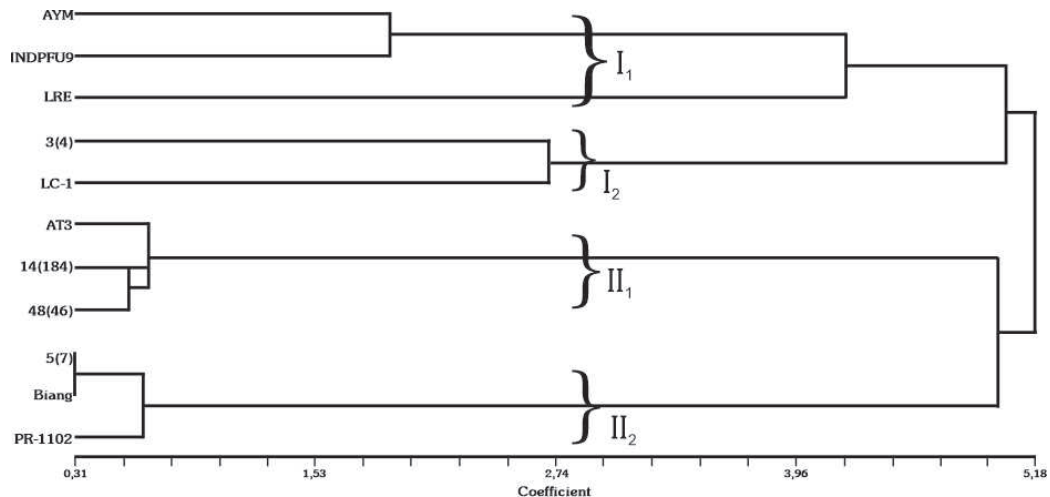
yang menjadi sumber keragaman dengan nilai diskriminan 0,8546. Tidak ada karakter yang memberikan kontribusi signifikan terhadap keragaman pada PC3 – PC5. Dengan demikian, keragaman karakter morfologi ubi jalar ungu karena keragaman karakter warna dominan batang, tipe lobus, jumlah lobus dan bentuk lobus daun, serta tipe rambatan.

Pada karakter agronomi, keragaman ditunjukkan dengan adanya empat sumbu dengan nilai kumulatif mencapai 84,7%. Nilai diskriminan karakter yang berpengaruh dapat dilihat pada Tabel 6. Keragaman pada PC 1 berada pada 40,1% yang dipengaruhi oleh lima karakter dengan nilai diskriminan lebih dari 0,7 yaitu ukuran daun, panjang tangkai daun, jumlah umbi per tanaman, panjang umbi, serta diameter umbi. Karakter yang berkontribusi terhadap keragaman pada PC2 adalah diameter ruas batang dan jarak ruas batang. Dengan demikian keragaman karakter agronomi ubi jalar ungu karena keragaman karakter ukuran dan panjang tangkai daun, jumlah umbi per tanaman, panjang dan diameter umbi, serta diameter dan jarak ruas batang.

Identifikasi lanjutan pada data komponen utama dapat menentukan bagaimana suatu karakter mempengaruhi keragaman. Data pada Tabel 5 dan Tabel 6 menunjukkan terdapat karakter yang memberikan kontribusi positif dan kontribusi negatif pada pengelompokkan. Jain dan Patel (2016) menunjukkan bahwa karakter dengan nilai positif memiliki kontribusi signifikan terhadap keragaman



**Gambar 1.** Dendrogram 11 genotipe ubi jalar ungu berdasarkan karakter morfologi. Sumedang, MT November 2018 - April 2019



**Gambar 2.** Dendrogram 11 genotipe ubi jalar ungu berdasarkan karakter agronomi. Sumedang, MT November 2018 - April 2019

terhadap kelompok yang sama, dan sebaliknya untuk karakter dengan nilai negatif. Karakter yang berkontribusi positif terhadap keragaman karakter morfologi adalah warna dominan batang (PC1) dan tipe rambatan (PC2), sedangkan pada karakter agronomi adalah ukuran daun, panjang tangkai daun, jumlah umbi per tanaman, diameter umbi, panjang umbi (PC1), dan diameter ruas batang (PC 2). Hasil tersebut sesuai dengan yang diperoleh Karuniawan *et al.* (2017) pada tanaman ubi kayu yang menunjukkan bahwa karakter morfologi dan agronomi tanaman dapat menjadi sumber keragaman genetik pada kelompok ubi.

### Hubungan Kekerabatan

Hasil analisis kluster yang disajikan dalam bentuk dendrogram menunjukkan bahwa terdapat perbedaan tingkat kemiripan masing-masing klon ubi jalar berdasarkan karakter morfologi dan agronomi (Gambar 1, 2). Nilai *Euclidean* pada dendrogram

karakter morfologi berkisar antara 1,73-4,55, dan pada karakter agronomi 0,31-5,18. Jarak *Euclidean* lebih dari satu menunjukkan bahwa kekerabatan genotipe bersifat luas (Karuniawan *et al.* 2017; Nair *et al.* 2017). Hasil analisis memperlihatkan bahwa genetik ubi jalar ungu yang diuji tidak berkerabat dekat. Hal tersebut mencerminkan bahwa keragaman yang dimiliki oleh klon-klon yang diuji adalah luas.

Dendrogram pada karakter morfologi menunjukkan klon ubi jalar ungu yang diuji terbagi ke dalam dua kluster utama yaitu kluster utama I sebanyak 7 klon dan kluster utama II sebanyak 4 klon (Gambar 1). Setiap kluster utama terbagi ke dalam dua sub-kluster yang berbeda pada jarak *euclidean* 3,85. Sub-kluster I.1 terdiri dari tiga klon yaitu AYM, LRE, dan INDPFU9, sedangkan pada sub-kluster I.2 terdiri dari empat klon yaitu AT3, 48(46), 3(4), dan PR-1102. Terdapat tiga klon yaitu 14(184), 5(7), dan LC-1 pada sub-kluster II.1, dan satu klon (Biang)

**Tabel 7.** Nilai ragam genotipik ( $\sigma_g^2$ ) dan fenotipik ( $\sigma_f^2$ ) karakter agronomi ubi jalar ungu. Sumedang, MT November 2018 - April 2019

| Karakter | $\sigma_g^2$ | $Sd\sigma_g^2$ | $\sigma_f^2$ | $Sd\sigma_f^2$ |
|----------|--------------|----------------|--------------|----------------|
| DRB      | 0,2869*      | 0,2850         | 1,4260*      | 0,2830         |
| JRB      | 0,5729*      | 0,5684         | 2,0123*      | 0,5643         |
| UD       | 0,2622x      | 0,6275         | 1,0241*      | 0,6156         |
| PTD      | 13,1849*     | 11,9135        | 8,7309       | 11,8787        |
| BUP      | 0,7213*      | 0,6602         | 2,0722*      | 0,6579         |
| BUE      | 0,2368*      | 0,2059         | 1,1183*      | 0,2056         |
| BUT      | 0,0099*      | 0,0099         | 0,2667*      | 0,0098         |
| JUP      | 0,1160*      | 0,1041         | 0,8129*      | 0,1038         |
| JUE      | 1,7041*      | 1,5380         | 3,1347*      | 1,5335         |
| JUT      | 0,0200       | 0,0465         | 0,7113*      | 0,0435         |
| PJG      | 2,6631x      | 3,8940         | 6,0242*      | 3,7651         |
| DMT      | 0,3120*      | 0,3048         | 1,4619*      | 0,3029         |

Keterangan: \* = keragaman luas,  $\sigma_g^2$  = ragam genotipik,  $Sd\sigma_g^2$  = standar galat ragam genotipik,  $\sigma_f^2$  = ragam fenotipik,  $Sd\sigma_f^2$  = standar galat ragam fenotipik, DRB = diameter ruas batang, JRB = jarak ruas batang, UD = ukuran daun, PTD = panjang tangkai daun, BUP = bobot umbi per plot, BUE = bobot umbi ekonomis, BUT = bobot umbi per tanaman, JUP = jumlah umbi per plot, JUE = jumlah umbi ekonomis, JUT = jumlah umbi per tanaman, PJG = panjang umbi, DMT = diameter umbi

pada sub-kelompok II.2. Nilai kemiripan tertinggi terdapat pada klon AT3 dan 48 (46). Klon pada kelompok yang sama cenderung memiliki kesamaan pada karakteristik morfologi.

Pada karakter agronomi terdapat dua kelompok utama yaitu kelompok I dan kelompok II (Gambar 2). Kelompok utama I terdiri atas lima klon dan kelompok utama II terdiri atas enam klon. Pada jarak *euclidean* 5,18, kelompok utama terbagi ke dalam dua sub-kelompok. Sub-kelompok I.1 terdiri atas klon AYM, INDPFU9, dan LRE, sedangkan pada sub-kelompok I.2 terdiri atas klon 3(4) dan LC-1. Pada sub-kelompok II.1 terdapat tiga klon yaitu AT3, 13(184), dan 48(46), serta tiga klon pada sub-kelompok II.2 yaitu 5(7), Biang, dan PR-1102. Nilai kemiripan tertinggi dimiliki oleh klon 5(7) dan Biang.

Berdasarkan hasil analisis kelompok, terdapat hubungan antara karakter agronomi dan karakter morfologi yang diketahui melalui hasil uji mantel. Pengujian ini dilakukan untuk mengevaluasi hubungan dua matriks yaitu keragaman agronomi dan keragaman morfologi ubi jalar ungu. Keselarasan dendrogram diuji berdasarkan nilai korelasi (pengujian *goodness of fit*). Hasil pengujian menunjukkan adanya korelasi yang rendah ( $r=0,0959$ ) dan tidak nyata ( $p=0,7618$ ), yang mengindikasikan tidak terdapat hubungan antara keragaman agronomi dengan keragaman morfologi

pada ubi jalar ungu. Mengacu pada Diniz-Filho (2013), kriteria *goodness of fit* pada korelasi juga tergolong sangat lemah karena memiliki nilai yang mendekati nol. Hasil ini menunjukkan bahwa pola keragaman antara morfologi dan agronomi ubi jalar ungu memiliki tingkat keselarasan rendah.

Secara umum, keseluruhan hasil analisis membantu dalam mengklasifikasikan masing-masing klon ubi jalar berdasarkan karakter morfologi dan agronomi. Fongod *et al.* (2012) menunjukkan bahwa perbedaan keragaman dapat terjadi berdasarkan karakter morfologi dan agronomi. Informasi keragaman sangat penting sebagai acuan dalam menentukan bahan genetik yang akan dikembangkan (Miswanti *et al.* 2014). Dengan data terkait keragaman genetik tanaman, peluang untuk menghasilkan ubi jalar unggul dengan keragaman genetik luas akan semakin besar.

### Ragam Genotipik dan Ragam Fenotipik

Keragaman genotipik dan fenotipik pada pemuliaan tanaman merupakan parameter penting klon sebagai acuan dalam menyeleksi karakter-karakter tertentu pada tanaman (Qosim *et al.* 2013). Ragam genotipik menjadi penting sebagai informasi genetik sedangkan ragam fenotipik sebagai perbedaan secara visual apabila keragaman genotipik dan fenotipik keduanya berada pada kategori luas (Hetharie *et al.* 2018). Hasil pengujian menunjukkan terdapat perbedaan tingkat keragaman pada masing-masing karakter secara genotipik maupun fenotipik (Tabel 7).

Ragam genotipik dan fenotipik menunjukkan kecenderungan keragaman yang luas (Tabel 7). Terdapat delapan karakter dengan keragaman genotipik maupun fenotipik yang luas yaitu diameter ruas batang, jarak ruas batang, bobot dan jumlah umbi per plot, bobot dan jumlah umbi ekonomis, bobot umbi per tanaman, dan diameter umbi. Karakter panjang tangkai daun memiliki keragaman genotipik luas, sedangkan karakter ukuran daun, jumlah umbi per tanaman, dan panjang umbi memiliki keragaman fenotipik luas. Hasil tersebut selaras dengan studi yang dilakukan Hetharie *et al.* (2018) bahwa karakter-karakter agronomi pada ubi jalar cenderung memiliki keragaman yang luas. Qosim *et al.* (2013) menunjukkan bahwa keragaman fenotipik pada karakter-karakter agronomi tanaman cenderung lebih luas dibandingkan dengan keragaman genotipik. Terdapatnya ragam fenotipik maupun genotipik menunjukkan adanya keragaman pada karakter tanaman yang dapat dimanfaatkan dalam program pemuliaan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan karakter morfologi dan agronomi, 11 klon ubi jalar ungu yang diuji tidak berkerabat dekat, meskipun terdapat perbedaan tingkat jarak genetik. Keragaman agronomi dan keragaman morfologi ubi jalar ungu yang diuji memiliki korelasi yang sangat lemah. Berdasarkan keragaman genotipik, karakter agronomi ubi jalar berdaging ungu yang diuji cenderung luas.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh skema penelitian unggulan strategis nasional (PUSN) tahun 2018 yang diberikan kepada Dr. Sc. Agr. Agung Karuniawan, Ir. M.Sc. Agr. Terima kasih kepada CIP Peru dan CIP ESEAP yang telah memberikan materi genetik ubi jalar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andrade EKVD, Andrade Junior VCD, Laia MLD, Fernandes JSC, Oliveira AJM, Azevedo AM. 2017. Genetic dissimilarity among sweet potato genotypes using morphological and molecular descriptors. *Acta Scientiarum. Agronomy* 39(4): 447-455.
- Da Silva AVC, Andrade LNT, Carregosa AR, Nunes MUC, dan Pinheiro LR. 2014. Genetic diversity of sweet potatoes collection from Northeastern Brazil. *African Journal of Biotechnology* 13(10): 1109-1116.
- Das S, Das SS, Chakraborty I, Roy N, Nath MK, Sarma D. 2017. Principal component analysis in plant breeding. *Biomolecule Reports an International Enewsletter* (2017): 1-3.
- Diniz-Filho JAF, Soares TN, Lima JS, Dobrovolski R, Landeiro VL, Telles MPDC, Rangel TF, Bini LM. 2013. Mantel test in population genetics. *Genetics and Molecular Biology* 36(4): 475-485.
- Feng JY, Li M, Zhao S, Zhang C, Yang ST, Qiao S, Tan WF, Qu HJ, Wang DY, Pu ZG. 2018. Analysis of evolution and genetic diversity of sweetpotato and its related different polyploidy wild species *I. trifida* using RAD-seq. *BMC Plant Biology* 18(1): 181.
- Fongod AGN, Mih AM, Nkwatoh TN. 2012. Morphological and agronomic characterization of different accessions of sweet potatoes (*Ipomoea batatas*) in Cameroon. *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science* 2(6): 234-245.
- Govindaraj M, Vetriventhan M, Srinivasan M. 2015. Importance of genetic diversity assessment in crop plants and its recent advances: An overview of its analytical perspectives. *Genetics Research International* (2015): 1-14.
- Gruneberg WJ, Ma D, Mwanga ROM, Carey EE, Huamani K, Diaz F, Eyzaguirre R, Guaf E, Jusuf M, Karuniawan A, Tjintokohadi K, Song YS, Amil SR, Hossain M, Rahaman E, Attaluri SI, Some K, Afauphe SO, Adofo K, Lukonge E, Karanja L, Ndirigwe J, Ssemakula GN, Agili S, Randrianaivoarivony JM, Chiona M, Chipungu FP, Laurie SM, Ricardo J, Andrade MI, Rausch FF, Mello AS, Khan MA, LaBonte DR, Yenchu GC. 2015. *Advances in Sweetpotato Breeding from 1992 to 2012*. CABI International.
- Gurmu F, Hussein S, Laing M. 2013. Self- and cross-incompatibilities in sweetpotato and their implications on breeding. *Australian Journal of Crop Science* 7(13): 2074-2078.
- Hetharie H, Raharjo SHT, Wattimena AY, Tomaso R, Dahamarudin L. 2018. Keragaman dan potensi genetik ubi jalar lokal pada kondisi partial submergence. *Jurnal Budidaya Pertanian* 14(1): 1-7.
- Jain SK, Patel PR. 2016. Genetic diversity and principle component analyses for fodder yield and their component traits in genotypes of forage sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Annals of Arid Zone* 55: 17-23.
- Ji H, Zhang H, Li H, Li Y. 2015. Analysis on the nutrition composition and antioxidant activity of different types of sweet potato cultivars. *Food and Nutrition Sciences* 6(01): 161.
- Jolliffe IT. 2002. Springer Series in Statistics. *Principal Component Analysis*, 29.
- Karuniawan A, Wicaksono NH, Ustari D, Setiawati T, Supriatun T. 2017. Identifikasi keragaman genetik plasma nutfah ubi kayu liar (*Manihot glaziovii muell*) berdasarkan karakter morfo-agronomi. *Jurnal Kultivasi* 16(3): 435-443.
- Masnan MJ, Zakaria A, Shakkaf AYM, Mahat NI, Hamid H, Subari N, Saleh JM. 2012. Principal Component Analysis – A Realization of Classification Success in Multi Sensor Data Fusion. *Principal Component Analysis Application*, 1-25.
- Miswarti, Nurmala T, Anas. 2014. Karakterisasi dan kekerabatan 42 aksesi tanaman jawawut (*Setaria italica* L. Beauv). *PANGAN* 23(2): 166-177.
- Mohanraj R, Sivasankar S. 2014. Sweet potato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam) - A valuable medicinal food: A review. *Journal of Medicinal Food* 17(7): 733-741.
- Nair AGH, Vidya P, Ambu V, Sreekumar J, Mohan C. 2017. Genetic diversity studies in cultivated sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) revealed by simple sequence repeat markers. *International Journal of Advanced Biotechnology Research* 7(1): 33-48.
- Ngailo S, Shimelis H, Sibiya J, Amelework B, Mtunda K. 2016. Genetic diversity assessment of Tanzanian sweetpotato genotypes using simple sequence repeat markers. *South African Journal of Botany* 102: 40-45.

- Pachauri AK, Sarawgi AK, Bhandarkar S, Ojha GC. 2017. Agro-morphological characterization and morphological based genetic diversity analysis of rice (*Oryza sativa* L.) germplasm. *Journal of Pharmacognosy and Pyhtochemistry* 6(6): 75–80.
- Qosim WA, Rachmadi M, Hamdani JS, Nuri I. 2013. Penampilan fenotipik, variabilitas, dan heritabilitas 32 genotipe cabai merah berdaya hasil tinggi. *Jurnal Agronomi Indonesia* 41(2): 140–146.
- Singh R, Chaudary BD. 1979. *Biometrical Methods in Quantitative Analysis*. New Delhi: Kalyani Publisher.
- Sugri I, Maalekuu BK, Gaveh E, Kusi F. 2017. Sweet potato value chain analysis reveals opportunities for increased income and food security in Northern Ghana. *Advances in Agriculture* 2017. 14p.
- Sunarya S, Karmana MH, Rostini N, Sumadi S. 2017. Variabilitas genetik, kemajuan genetik, dan pola klaster populasi tegakan benih *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen setelah seleksi massa berdasarkan marka morfologi. *Kultivasi* 16(1): 279–286.
- Syukur M, Sujiprihati S, Yunianti R, Nida K. 2011. Pendugaan komponen ragam, heritabilitas dan korelasi untuk menentukan kriteria seleksi cabai (*Capsicum annuum* L.) populasi f5. *Jurnal Hortikultura Indonesia* 1(3): 74–80.
- Wadl PA, Olukolu BA, Branham SE, Jarret RL, Yencho GC, Jackson DM. 2018. Genetic diversity and population structure of the USDA sweetpotato (*Ipomoea batatas*) germplasm collection using GBSpoly. *Frontiers in Plant Science* 9: 1166.
- Zosimo H. 1991. *Descriptor for Sweet Potato*. Lima: CIP (International Potato Center).
-

## Produktivitas Beberapa Genotipe Kacang Tanah dan Ketahanannya terhadap Penyakit Layu Bakteri *Ralstonia Solanacearum*

*Productivity of Groundnut Genotypes and Their Resistance to Ralstonia solanacearum Bacteria Wilt*

**Joko Purnomo, Novita Nugrahaeni, Yuliantoro Baliadi**

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi  
Jalan Raya Kendalpayak Km 8 Malang Telp. 0341-801468  
E-mail: joko.purnomo75@ymail.co.id

NASKAH DITERIMA 6 FEBRUARI 2019; DISETUJUI UNTUK DITERBITKAN 21 OKTOBER 2019

### ABSTRAK

Di Indonesia, kacang tanah ditanam pada beragam tipe lahan yaitu lahan sawah pada musim kemarau, sawah tadah hujan pada awal atau pertengahan musim kemarau, dan lahan kering pada awal musim hujan. Pada lahan-lahan tersebut, penyakit layu bakteri menjadi kendala biotik utama dalam budi daya kacang tanah sehingga produktivitasnya rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat hasil galur-galur harapan kacang tanah dan ketahanannya terhadap serangan penyakit layu bakteri *Ralstonia solanacearum*. Penelitian dilaksanakan pada sembilan lokasi di enam daerah sentra produksi kacang tanah pada musim kemarau dan musim hujan mulai tahun 2014 hingga 2016, menggunakan rancangan acak kelompok, tiga ulangan. Perlakuan adalah 14 galur harapan dan dua varietas pembanding. Uji ketahanan terhadap serangan penyakit layu bakteri dilaksanakan di rumah kaca dan di Pati, Jepara, dan Wonogiri yang endemik layu bakteri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Mutan 6 (tipe Spanish) dan BM/IC//IC-172-1 (tipe Valencia) mempunyai potensi hasil tertinggi di sembilan lokasi, masing-masing 3,48 t/ha dan 3,44 t/ha polong kering. Hasil polong genotipe Mutan 6 unggul di dua lokasi, dan BM/IC//IC-172-1 unggul di tiga lokasi. Mutan 3, Mutan 5, BM/IC-154-2, Bm/IC//IC-170-8, dan BM/IC//IC-164-1 memberikan hasil polong tertinggi di satu lokasi, dan genotipe lainnya tidak unggul di semua lokasi uji. Genotipe Mutan 6 mempunyai daya adaptasi umum yang baik dan mampu beradaptasi di banyak ragam lingkungan. BM/IC//IC-172-1 mempunyai daya adaptasi yang baik di sembilan lokasi. Hampir semua genotipe yang diuji menunjukkan status rentan hingga agak rentan, sedangkan BM/IC-154-2 dan BM/IC//IC-172-1 mempunyai status agak tahan ketika ditanam di tiga daerah endemik penyakit layu bakteri *R. solanacearum*.

Kata kunci: *Arachis hypogaea* L., potensi hasil, *Ralstonia solanacearum*, stabilitas

### ABSTRACT

Groundnuts in Indonesia is grown in various agroecologies and seasons i.e in wetlands during dry season, rain fed in early or mid of dry season, and drylands during early wet season. The biotic constraints in these areas are both its low genetic potential of the

cultivars grown and bacterial wilt infection caused by *Ralstonia solanacearum*. The research activity was conducted to evaluate pod yield of groundnut promising lines as well as their resistance to bacterial wilt infection. Evaluation on pod yield of promising lines were conducted at nine sites located in six groundnut central production areas during early or mid of dry season from 2014 to 2016. In each site, a randomized block design with three replicates was applied. The plant materials were 16 genotypes that consisted of 14 promising lines and two check cultivars. The resistance test to *R. solanacearum* infection was conducted at green house of Iletri. The number of wilted plants caused by bacterial wilt infection was also carried out at three central production areas which were endemic for *R. solanacearum* i.e. Pati, Jepara, and Wonogiri Districts. The results indicated that Mutan 6 (Spanish type) and BM/IC//IC-172-1 (Valencia type) obtained the highest yield potential across nine planting sites i.e. 3.48 t/ha and 3.44 t/ha of dry pods, respectively. In terms of pod yields, genotype of Mutan 6 was superior in two sites, and genotype of BM/IC//IC-172-1 was dominant in three sites. Mutan 3, Mutan 5, BM/IC-154-2, Bm/IC//IC-170-8, and BM/IC//IC-164-1 gave the highest dry pod yield in only one location, and the rest genotypes were inferior in all sites. Mutan 6 genotype had a good general adaptability and well adapted in nine agroecological areas. BM/IC//IC-172-1 had good stability and general adaptability both in suboptimal and optimal conditions. Almost all the tested genotypes revealed susceptible and moderatelay susceptible to *R. solanacearum* infection. Meanwhile BM/IC-154-2 and BM/IC//IC-172-1 genotypes showed moderately resistant when these genotypes were planted in three central groundnut production areas which are endemic to *R. solanacearum*.

Keywords: *Arachis hypogaea* L., *Ralstonia solanacearum*, stability, yield potency

### PENDAHULUAN

Tanaman kacang tanah mempunyai beragam fungsi, diantaranya bijinya digunakan sebagai sumber karbohidrat dan minyak, kulit polong sebagai bahan bakar, dan hijauan untuk pakan ternak.

Kacang tanah selain mengandung lemak, protein, dan karbohidrat, juga mengandung mineral, antioksidan, dan vitamin-vitamin yang berguna bagi kesehatan (Arya *et al.* 2016). Kacang tanah mengandung asam lemak tidak jenuh yang berguna untuk menurunkan kandungan LDL (*low density lipids*) dan meningkatkan HDL (*high density lipids*) di dalam darah sehingga membuat komoditas ini penting untuk kesehatan manusia (Ingale *et al.* 2011). Hampir 90% kacang tanah di Indonesia digunakan sebagai bahan pangan dalam beragam produk.

Kacang tanah ditanam pada beragam jenis lahan dan musim di Indonesia seperti di lahan sawah pada musim kemarau, di lahan sawah tadah hujan pada awal atau tengah musim kemarau, dan di lahan kering pada awal musim hujan (Rahmianna *et al.* 2015). Pada kurun waktu 2012-2016, produktivitas kacang tanah nasional berkisar 1,26-1,33 t/ha dengan rata-rata 1,31 t/ha biji kering (Pusdatin 2016), atau sekitar 2,18 t/ha polong kering, meskipun potensi hasil varietas unggul nasional dapat mencapai 4,3 t/ha polong kering (Balitkabi 2016). Senjang produktivitas tersebut, diantaranya disebabkan oleh gangguan penyakit layu bakteri, terutama di daerah endemis seperti di daerah Pati, Jepara, dan Wonogiri.

Penyakit layu karena serangan bakteri *Ralstonia solanacearum* merupakan salah satu penyakit utama tanaman kacang tanah di Indonesia (Nawangsih *et al.* 2012; Nugrahaeni dan Rahaju 2017), China (Jiang *et al.* 2017), dan India (Sarkar dan Chaudhuri 2016). *Ralstonia solanacearum* adalah bakteri aerob, tidak membentuk spora, sel tunggal berukuran 0,5-0,7×5-2,0  $\mu\text{m}$ , berbentuk batang pendek. Bakteri ini mampu hidup pada lingkungan dengan kisaran suhu antara 25-35 °C, dan penyebarannya bisa terjadi karena terbawa tanah, air irigasi, atau biji yang terinfeksi (Rahaju 2012). Di Indonesia, kehilangan hasil kacang tanah di daerah endemik bakteri *R. solanacearum* berkisar antara 20 hingga 67% karena tingkat kematian tanaman dapat mencapai 32-80% dari populasi tanaman optimal akibat infeksi bakteri layu (Rahmianna dan Yusnawan 2016). Kehilangan hasil bahkan dapat mencapai 90% (Nawangsih *et al.* 2012). Gejala awal infeksi adalah satu atau dua daun mulai layu, dan pada tingkat lanjut satu per satu tanaman layu permanen dan mati meskipun daun masih berwarna hijau (Sarkar dan Chaudhuri 2016; Muhammad *et al.* 2017).

Pengendalian penyakit layu bakteri *R. solanacearum* pada kacang tanah dapat dilakukan dengan beragam cara mulai dari cara pengendalian tradi-

sional hingga pengendalian hayati. Cara pengendalian tradisional dilakukan dengan pergiliran tanaman, pengolahan tanah, pengendalian gulma, ameliorasi lahan, fumigasi tanah, aplikasi pupuk organik dan biochar, serta menanam varietas tahan *R. solanacearum*. Pengendalian hayati dapat dilakukan dengan menggunakan mikrobia antagonis, diantaranya adalah *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis*, jamur Mikoriza, *Streptomyces* sp, *Trichoderma* sp (Suryadi 2009; Tahat dan Sijam 2010; Nawangsih *et al.* 2012; Sakar dan Chaudhuri 2016; Jiang 2017). Keanekaragaman cara pengendalian tersebut menunjukkan sulitnya pengendalian serangan bakteri *R. solanacearum*. Rahaju (2012) menyatakan pentingnya cara pengendalian terpadu penyakit layu bakteri pada kacang tanah dengan melibatkan tindakan preventif dan kuratif. Tindakan preventif dilakukan melalui penanaman varietas tahan, benih sehat dan budi daya tanaman sehat. Sifat ketahanan varietas kacang tanah terhadap penyakit layu bakteri sering mengalami penurunan, berubah karena sangat dipengaruhi oleh lingkungan dan munculnya biotipe baru bakteri *R. Solanacearum* (Suryadi dan Rais 2009). Penanaman varietas tahan infeksi bakteri *R. solanacearum* diharapkan dapat digunakan sebagai cara pengendalian utama karena mudah dilakukan dan murah. Tindakan kuratif dilakukan diantaranya dengan aplikasi bakterisida pada pertanaman yang terserang bakteri *R. solanacearum*, atau mencabut tanaman layu karena serangan bakteri tersebut.

Hasil polong kacang tanah sangat bervariasi pada lintas musim tanam dan lokasi karena kendala biotik, abiotik dan perbedaan cara pengelolaan tanaman oleh petani. Selain faktor lingkungan, hasil polong dipengaruhi oleh faktor genetik, diantaranya adalah terbatasnya varietas dengan potensi hasil yang stabil tinggi karena terdapat interaksi antara genotipe dan lingkungan untuk hasil polong. Oleh karena itu uji multi lokasi sangat diperlukan untuk mengidentifikasi kemampuan beradaptasi dan stabilitas hasil genotipe-genotipe calon varietas kacang tanah pada beragam lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat hasil dan stabilitas galur-galur harapan kacang tanah pada beberapa agroekologi dan ketahanannya terhadap serangan penyakit layu bakteri *R. solanacearum*.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di lapangan dan di rumah kaca pada MT 2014-2016 (Tabel 1).

### Penelitian Lapangan

Penelitian dilaksanakan di sembilan lokasi pada musim kemarau dan musim hujan (Tabel 1).

**Tabel 1.** Karakteristik lokasi uji produktivitas galur-galur harapan kacang tanah, MT 2014-2016

| Lokasi(Kabupaten) | Ketinggian tempat (m dpl) | Waktu penanaman | Tahun | Tipe lahan | Tipe iklim*) | Jenis tanah |
|-------------------|---------------------------|-----------------|-------|------------|--------------|-------------|
| Wonogiri          | 135                       | Feb-Mei         | 2014  | Tegal      | C            | Vertisol    |
| Tuban             | 8                         | Agt-Okt         | 2014  | Sawah      | D3           | Alfisol     |
| Probolinggo       | 11                        | Agt-Okt         | 2014  | Sawah      | D3           | Med.Ortic   |
| Jepara            | 37                        | Feb-Mei         | 2014  | Sawah      | C3           | Alfisol     |
| Pati              | 104                       | Feb-Mei         | 2015  | Sawah      | C            | Alfisol     |
| Banyuwangi        | 35                        | Agt-Okt         | 2015  | Tegal      | C3           | Alfisol     |
| Probolinggo       | 11                        | Feb-Mei         | 2015  | Tegal      | D            | Med.Ortic   |
| Tuban             | 8                         | Agt-Okt         | 2016  | Sawah      | D3           | Alfisol     |
| Pati              | 104                       | Feb-Mei         | 2016  | Sawah      | C            | Alfisol     |

Keterangan: \*) berdasar klasifikasi Oldeman

Perlakuan adalah 14 galur harapan dan 2 varietas pembanding yakni varietas Kancil (beradaptasi luas, peka penyakit bakteri layu) dan varietas Takar 1 (tahan penyakit karat daun dan penyakit layu bakteri, produktivitas tinggi) (Tabel 2).

Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok, tiga ulangan. Setiap genotipe ditanam pada petak berukuran 1,6 m x 5 m, jarak tanam 40 cm x 10 cm, ditanam 1 benih per lubang karena daya tumbuh benih 95%. Tanaman dipupuk 250 kg Phonska/ha, diberikan pada saat tanam dengan cara dilarik di sisi benih. Penyiangan gulma dilakukan pada 15, 35, dan 50 hari setelah tanam (HST). Pengendalian hama dan penyakit menggunakan pestisida kimia, dilakukan setelah mempertimbangkan gejala serangan di lapang. Irigasi dilakukan dengan interval minimal 7 hari sekali, diutamakan pada saat tanaman berbunga (25-30 HST), saat pembentukan polong (45-50 HST), dan saat pengisian polong (60-70 HST) supaya tanaman tidak terdara cekaman kekeringan.

Pengamatan jumlah tanaman tumbuh, jumlah tanaman panen, umur masak, bobot polong segar dan bobot polong kering dilakukan berbasis petak. Pengamatan terhadap jumlah polong hampa dan polong isi, bobot polong segar dan kering, tinggi tanaman, jumlah cabang, dan bobot 100 biji dilakukan pada 10 tanaman contoh pada saat panen. Pengamatan serangan penyakit layu bakteri *R. solanacearum* dilakukan pada pertanaman kacang tanah di lokasi endemik penyakit layu yaitu di Kab. Wonogiri, Pati, dan Jepara (Nugrahaeni *et al.* 2015; Nugrahaeni dan Rahaju 2017). Insiden penyakit layu bakteri dihitung berdasar:

$$IP = \frac{\sum(n)}{\sum(T)} \times 100\%$$

dimana:

**IP** = Insiden penyakit (%)

**Tabel 2.** Daftar genotipe kacang tanah yang digunakan sebagai bahan tanam

| Genotipe    | Tipe     | Genotipe        | Tipe     |
|-------------|----------|-----------------|----------|
| Mutan-3     | Spanish  | Bm/IC//IC-170-8 | Valencia |
| Mutan-5     | Spanish  | BM/IC//IC-172-6 | Valencia |
| Mutan-6     | Spanish  | Bm/TR//Bm-112-8 | Valencia |
| IC-2        | Spanish  | BM/IC//IC-172-1 | Valencia |
| BM/IC-144-6 | Valencia | BM/IC//IC-172-6 | Valencia |
| BM/IC-631-8 | Valencia | BM/IC//IC-164-1 | Valencia |
| BM/IC-154-2 | Valencia | Kancil          | Spanish  |
| BM/IC-144-2 | Valencia | Takar 1         | Spanish  |

**n** = Tanaman layu saat panen

**T** = Tanaman tumbuh pada 12 HST

Ketahanan genotipe diklasifikasikan berdasar insiden penyakit dengan kategori: Tahan (T): IP = 0-20%; Agak Tahan (AT): IP = 21-30%; Agak Rentan (AR): IP = 31-40%; Rentan (R): IP = >40% (Suryadi dan Rais 2009). Klasifikasi ini dititikberatkan pada jumlah tanaman yang mati terserang penyakit layu bakteri karena berhubungan dengan hasil akhir.

### Penelitian Rumah Kaca

Penelitian untuk menguji ketahanan genotipe terhadap penyakit layu bakteri dilakukan di rumah kaca Balitkabi dengan metode inokulasi buatan, dilaksanakan mulai bulan Maret–Juli 2017. Bahan uji adalah 16 genotipe seperti yang digunakan untuk percobaan lapang (Tabel 2). Varietas Kancil untuk pembanding peka dan varietas Takar 1 untuk pembanding tahan penyakit layu bakteri. Benih kacang tanah ditanam di polybag berisi tanah steril 5-6 kg. Dalam setiap polybag ditanam 10 biji, dengan 10 ulangan/genotipe, sehingga terdapat 100 tanaman setiap genotipe. Penyakit diinokulasikan secara buatan dengan metode injeksi larutan inokulum mengandung bakteri *R. solanacearum* konsentrasi  $10^8$  cfu/ml. Pengamatan

meliputi masa inkubasi penyakit, intensitas penyakit layu, dan kategori ketahanan tanaman. Intensitas penyakit dihitung berdasarkan nilai skor gejala layu pada setiap individu tanaman. Gejala layu dibedakan dalam 5 nilai skor yaitu 1 = tanaman sehat, 2 = satu tangkai (daun) layu, 3 = layu pada 2-3 tangkai daun, 4 = layu pada 4 atau lebih tangkai daun, dan 5 = layu total atau tanaman mati

Intensitas keparahan layu dihitung dengan rumus:

$$IP = \frac{\sum(n_{xv})}{V \times N} \times 100\%$$

dimana:

**IP** = intensitas keparahan layu (%)

**$n_i$**  = jumlah tangkai layu pada setiap nilai skor

**$v$**  = nilai skor ke-*i*

**$V$**  = nilai skor tertinggi

**$N$**  = jumlah total tangkai yang diamati

Kategori ketahanan tanaman dibedakan menjadi 6 kelompok mengikuti Lieu *et al.* (1998) yaitu Sangat Tahan (ST): IP = 0 – 10%; Tahan (T): IP = 10 – 20%; Agak Tahan (AT): IP = 20 – 30%; Agak Rentan (AR): IP = 30 – 40%; Rentan (R): IP = 40 – 50%; dan Sangat Rentan (SR): IP = 50 – 100%. Klasifikasi dititikberatkan pada ketahanan per individu tanaman.

Data yang terkumpul dari percobaan lapang dan rumah kaca kemudian dilakukan analisis ragam menggunakan Program MStatC versi 1.4 yang dikembangkan oleh Crop and Soil Sciences Department, Michigan State University. Apabila berbeda nyata antargenotipe pada variabel pengamatan maka dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf uji 5%. Uji stabilitas hasil menggunakan metode yang dikembangkan oleh Eberhart dan Russell (1966) yang melakukan penilaian stabilitas hasil setiap galur dengan mendasarkan pada nilai koefisien regresi (*bi*), nilai simpangan regresi (*Sdi*), dan rata-rata umum hasil polong kering dari seluruh lokasi uji. Kontribusi keragaman dihitung dengan rumus mengacu Savemore *et al.* (2017):

$$\text{Kontribusi keragaman G} = \frac{SSg}{\sum (SSg + SSl + SSg \times l)} \times 100\%$$

$$\text{Kontribusi keragaman L} = \frac{SSl}{\sum (SSg + SSl + SSg \times l)} \times 100\%$$

$$\text{Kontribusi keragaman L} = \frac{SSg \times L}{\sum (SSg + SSl + SSg \times l)} \times 100\%$$

dimana:

**G** : genotipe

**L** : lingkungan

**SSg** : jumlah kuadrat genotipe

**SSl** : jumlah kuadrat lingkungan

**SSg×l** : jumlah kuadrat interaksi genotipe dan lingkungan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Produktivitas Galur-galur Kacang Tanah Lintas Lokasi

Analisis ragam gabungan menunjukkan bahwa lokasi (L), genotipe (G), dan interaksi G×L berpengaruh sangat nyata pada hampir semua parameter pertumbuhan dan hasil polong (Tabel 3). Interaksi G×L yang nyata untuk hasil polong menunjukkan bahwa setidaknya terdapat satu genotipe yang hasil polongnya tidak konsisten antarlokasi pengujian. Pada hampir semua parameter pengamatan, nilai kuadrat tengah faktor lokasi lebih tinggi dari faktor genotipe dan interaksi G×L (Tabel 3). Faktor lingkungan memberikan kontribusi keragaman sebesar 47,3% untuk hasil polong, sedangkan faktor genotipe dan interaksi G×L masing-masing sebesar 23,5% dan 29,2%. Hal ini menunjukkan bahwa faktor lingkungan merupakan penyumbang keragaman terbesar untuk produktivitas polong kacang tanah di sembilan lokasi uji. Dominansi faktor lingkungan juga terjadi pada komponen pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman yang diamati (Tabel 3). Dolinassou *et al.* (2016) melaporkan dominansi faktor lingkungan pada jumlah polong per tanaman dan ukuran atau bobot 100 biji kacang tanah. Dominansi faktor lingkungan terhadap keragaman hasil dilaporkan oleh Kebene dan Tana (2014) dan Savemore *et al.* (2017) pada kacang tanah dan Kuswantoro *et al.* (2016) pada kedelai. Hal ini mengindikasikan bahwa ragam lingkungan telah menyebabkan terjadinya ragam respons genotipe terhadap lingkungan tumbuhnya yang berdampak pada ragam hasil genotipe antarlokasi.

Rata-rata hasil polong kering masing-masing genotipe di sembilan lokasi bervariasi antara 2,03–3,48 t/ha. Rata-rata hasil tertinggi dicapai oleh Mutan 6 dan BM/IC//IC-172-1, masing-masing 3,48 t dan 3,44 t/ha. Sebaliknya hasil polong paling rendah

**Tabel 3.** Nilai kuadrat tengah sidik ragam tergabung dan kontribusi terhadap keragaman dari faktor lingkungan, genotipe dan interaksinya pada hasil dan komponen hasil genotipe kacang tanah di sembilan lokasi penanaman, MT 2014-2016

| Parameter                       | Nilai kuadrat tengah |           |          | KK (%) | Jumlah Kuadrat |           |          | Total Perlakuan | Kontribusi terhadap keragaman (%) |      |      |
|---------------------------------|----------------------|-----------|----------|--------|----------------|-----------|----------|-----------------|-----------------------------------|------|------|
|                                 | L                    | G         | L×G      |        | L              | G         | L×G      |                 | L                                 | G    | L×G  |
| Bobot polong kering (t/ha)      | 14,40**              | 3,81**    | 0,59**   | 11,3   | 115,281        | 57,278    | 71,066   | 243,625         | 47,3                              | 23,5 | 29,2 |
| Bobot polong kering/tanaman (g) | 1152,30**            | 79,17**   | 44,25**  | 8,9    | 9219,044       | 1187,610  | 5310,655 | 15717,310       | 58,7                              | 7,5  | 33,8 |
| Tinggi tanaman (cm)             | 5651,40**            | 196,05**  | 48,65**  | 12,1   | 45211,630      | 2940,762  | 5838,304 | 53990,700       | 83,7                              | 5,5  | 10,8 |
| Jumlah cabang produktif         | 25,11**              | 7,20**    | 1,26tn   | 13,9   | 200,935        | 108,116   | 151,819  | 460,870         | 43,6                              | 23,5 | 32,9 |
| Jumlah polong hampa/tanaman     | 64,63**              | 2,49**    | 1,37*    | 13,9   | 517,108        | 37,355    | 164,517  | 718,980         | 71,9                              | 5,2  | 22,9 |
| Jumlah polong isi/tanaman       | 1091,30**            | 119,30**  | 18,90tn  | 10,2   | 8730,939       | 1789,588  | 2268,773 | 12789,300       | 68,3                              | 14,0 | 17,7 |
| Jumlah polong total/tanaman     | 1809,80**            | 58,13**   | 22,83**  | 11,9   | 14478,867      | 872,085   | 2740,266 | 18091,220       | 80,0                              | 4,8  | 15,2 |
| Umur masak (HST)                | 883,30**             | 323,50**  | 36,50*   | 5,5    | 7066,285       | 4852,537  | 4382,274 | 16301,100       | 43,3                              | 29,8 | 26,9 |
| Jumlah tanaman panen/plot (%)   | 4325,50**            | 1345,30** | 293,68** | 12,9   | 34604,776      | 20180,130 | 35242,56 | 90027,470       | 38,4                              | 22,4 | 39,2 |
| Bobot 100 biji (g)              | 1008,50**            | 231,20**  | 44,12**  | 10,4   | 8068,379       | 3469,380  | 5294,399 | 16832,160       | 47,9                              | 20,6 | 31,5 |

Keterangan: \* = nyata, \*\* =sangat nyata, tn= tidak nyata, KK: koefisien keragaman; L: lingkungan, G: genotipe.

yaitu 2,03 t/ha diperoleh genotipe Bm/TR//Bm-112-8 (Tabel 4). Hasil polong varietas pembandingan Kancil dan Takar 1 masing-masing adalah 2,67 t dan 2,88 t/ha. Mutan 5, Mutan 6, dan BM/IC//IC-172-1 menghasilkan polong nyata lebih tinggi dari hasil polong kedua varietas pembandingan tersebut. Terdapat enam genotipe yang memberikan hasil polong rata-rata lebih tinggi dari rata-rata umumnya. Berdasar hasil polong rata-rata dari sembilan lokasi uji, Mutan 6 dan BM/IC//IC-172-1 memberikan hasil polong rata-rata tertinggi.

Dolinassou *et al.* (2016) melaporkan bahwa jumlah polong per tanaman dan ukuran biji (bobot 100 biji) berkorelasi positif nyata dengan hasil kacang tanah. Mengacu Dolinassou *et al.* (2016), Mutan 6 mempunyai jumlah polong isi/tanaman tertinggi dan bobot 100 biji lebih tinggi dari 11 galur harapan dan varietas Kancil, setara dengan Mutan 5, BM/IC-631-8, dan BM/IC-154-2, namun kalah dibanding Takar 1 (Tabel 4). Ukuran biji yang diekspresikan dengan bobot 100 biji semua genotipe yang diuji nyata lebih rendah dari bobot 100 biji varietas Takar 1. Rata-rata ukuran biji semua genotipe di sembilan lokasi antara 40,9-52,1 g/100 biji masuk ke dalam kriteria berbiji sedang (TPPV 2013). Dapat disarikan bahwa unggulnya hasil polong genotipe Mutan 6 didukung oleh tingginya jumlah polong per tanaman dan ukuran biji.

Semua genotipe yang diuji mempunyai umur masak sama dengan varietas Kancil dan lebih awal dari varietas Takar 1, kecuali genotipe IC-2 (Tabel 4). Genotipe ini mempunyai umur masak 7 hari

lebih lambat dari varietas Kancil dan 4 hari lebih awal dari varietas Takar 1. Mutan 6 dan BM/IC//IC-172-1 masing-masing mempunyai umur masak 88 dan 87 hari. Kedua genotipe tersebut berumur genjah karena umur masak kurang dari 90 hari. Keunggulan galur BM/IC//IC-172-1 yang bertipe Valencia adalah sifat genjahnya yaitu dipanen umur 87 hari, karena biasanya tipe Valencia mempunyai umur panen >100 hari.

Interaksi G×L yang nyata pada hasil polong menunjukkan bahwa hasil dipengaruhi oleh keragaman lingkungan seperti jenis tanah dan tipe iklim, tipe penggunaan lahan, dan ketinggian tempat, serta perbedaan musim tanam. Ragam tipe iklim ditentukan oleh ragam jumlah bulan basah, jumlah curah hujan, suhu udara maksimum dan minimum serta kelembababan udara (Dolinassou *et al.* 2016). Interaksi G×L mengandung arti bahwa keragaman hasil polong suatu genotipe tidak konsisten di semua lokasi pengujian. Hasil polong Mutan 6 tinggi di sembilan lokasi sedangkan BM/IC//IC-172-1 bersama dengan Mutan 5 dan BM/IC-154-2 memberikan hasil tinggi di delapan lokasi (Tabel 5). Mutan 6 berada pada ranking hasil tertinggi di L7 dan L8, sedangkan BM/IC//IC-172-1 berada pada ranking hasil tertinggi di L1, L4, dan L9. Ranking teratas hasil polong di lokasi-lokasi sisanya diduduki oleh genotipe yang lain. Bahkan, beberapa genotipe tidak memberikan hasil polong tertinggi di lokasi manapun. Terjadinya perubahan posisi ranking dari genotipe-genotipe yang diuji pada setiap lokasi uji menunjukkan adanya interaksi genotipe dan lingkung-

**Tabel 4.** Rata-rata hasil polong, jumlah polong isi per tanaman, bobot 100 biji, dan umur masak galur-galur harapan dan varietas pembandingan kacang tanah dari sembilan lokasi uji, MT 2014-2016

| Genotipe               | Hasil polong kering (t/ha) | Jumlah polong isi/tanaman | Bobot 100 biji (g) | Umur masak (HST) |
|------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------|------------------|
| Mutan-3                | 3,20 abc                   | 24,9 def                  | 45,1 de            | 87,9 de          |
| Mutan 5                | 3,33 ab                    | 25,1 def                  | 48,2 b             | 88,1 de          |
| Mutan 6                | 3,48 a                     | 30,5 a                    | 48,5 b             | 88,1 de          |
| IC-2                   | 2,69 ef                    | 26,9 cd                   | 43,6 ef            | 95,8 b           |
| BM/IC-144-6            | 2,73 def                   | 26,0 cde                  | 40,8 h             | 86,3 e           |
| BM/IC-631-8            | 3,04 bcd                   | 26,6 cd                   | 46,4 bcd           | 87,8 de          |
| BM/IC-154-2            | 3,00 cde                   | 23,6 f                    | 47,8 bc            | 89,1 cd          |
| BM/IC-144-2            | 2,60 f                     | 23,3 f                    | 44,3 def           | 88,4 cde         |
| Bm/IC//IC-170-8        | 2,72 def                   | 23,9 ef                   | 43,4 efg           | 88,6 cde         |
| BM/IC//IC-172-6        | 2,71 ef                    | 26,6 cd                   | 44,5 def           | 87,9 de          |
| Bm/TR//Bm-112-8        | 2,03 g                     | 23,8 f                    | 40,9 gh            | 90,8 c           |
| BM/IC//IC-172-1        | 3,44 a                     | 23,0 f                    | 45,5 cde           | 87,2 de          |
| BM/IC//IC-172-6        | 2,56 f                     | 29,1 ab                   | 45,1 de            | 87,7 de          |
| BM/IC//IC-164-1        | 2,63 f                     | 27,4 bc                   | 42,2 fgh           | 89,5 cd          |
| Kancil (pembandingan)  | 2,67 f                     | 27,8 bc                   | 44,6 def           | 88,6 cde         |
| Takar 1 (pembandingan) | 2,88 cdef                  | 26,5 cd                   | 52,1 a             | 99,7 a           |
| Rata-rata              | 2,86                       | 25,9                      | 45,2               | 89,5             |
| BNT 5%                 | 0,32                       | 2,15                      | 2,53               | 2,65             |
| KK (%)                 | 11,2                       | 14,76                     | 10,45              | 5,53             |

Keterangan: Angka di setiap kolom yang bernomorasi sama berarti tidak berbeda nyata menurut uji BNT 0,05; HST: Hari Setelah Tanam.

an yang bersifat kualitatif (*crossover interaction*). Implikasi terjadinya *crossover interaction* pada pemuliaan tanaman adalah adanya genotipe spesifik lingkungan yaitu beradaptasi khusus pada lingkungan tertentu (Mafouasson *et al.* 2018). *Crossover interaction* juga dilaporkan oleh Krisnawati dan Adie (2018) pada kedelai dan Purbokurniawan *et al.* (2014) pada padi gogo.

Selisih hasil genotipe Mutan 6 dan BM/IC//IC-172-1 terhadap kedua varietas pembandingan adalah tertinggi dibanding genotipe lain yang diuji. Rata-rata hasil polong Mutan 6 tersebut 30,3% lebih tinggi dari varietas Kancil dan 20,8% lebih tinggi dari varietas Takar 1. GenotipeM/IC//IC-172-1 menghasilkan polong 29,0% lebih tinggi dari varietas Kancil dan 19,6% lebih tinggi dari varietas Takar1 (Tabel 6).

Varietas Kancil pada uji adaptasi ini memberikan hasil polong rata-rata 2,67 t/ha, dan lebih tinggi dari hasil yang tercantum pada deskripsinya yang hanya 1,7 t/ha (Balitkabi 2016). Hal ini karena unggulnya jumlah polong per tanaman dan ukuran biji yang dicapai pada penelitian ini. Pada pengujian produktivitas genotipe kacang tanah di sembilan lokasi varietas Takar 1 memberikan hasil polong rata-rata 2,88 t/ha, sedang pada deskripsi tercantum 3,0 t/ha. Lebih rendahnya rata-rata hasil karena ukuran biji menjadi lebih kecil meski jumlah polong per

tanaman lebih tinggi. Pada kedua varietas ini tampak bahwa bobot 100 biji mempengaruhi hasil polong kering per satuan luas. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Rahmianna dan Purnomo (2018) pada kacang tanah, yaitu adanya korelasi positif antara hasil polong kering dengan bobot 100 biji.

### Stabilitas Hasil Genotipe-genotipe Kacang Tanah

Interaksi G×L yang nyata memperkuat asumsi bahwa stabilitas hasil setiap genotipe di samping ditentukan faktor genetik (stabilitas statis), juga dipengaruhi faktor lingkungan (stabilitas dinamis). Pemulia tanaman sebenarnya lebih mengedepankan stabilitas statis, artinya hasil tetap tinggi dan tidak terlalu terpengaruh oleh ragam lingkungan. Namun umumnya, interaksi G×L telah membuat peringkat atau keunggulan hasil setiap genotipe dapat berubah karena faktor lingkungan. Varietas dengan karakter stabilitas dinamis akan bersifat spesifik lokasi (Mafouasson 2018). Savemore *et al.* (2017) merekomendasikan untuk memilih genotipe yang beradaptasi luas, atau genotipe yang beradaptasi khusus pada lingkungan khusus. Genotipe Mutan 6 dengan koefisien regresi (*bi*) tidak berbeda dengan satu (1,0) dan simpangan regresi (*sdi*) tidak berbeda dengan nol (0) menunjukkan bahwa genotipe tersebut memiliki stabilitas rata-rata dan stabil. Hasil

**Tabel 5.** Hasil polong kering 16 genotipe kacang tanah di setiap lokasi pengujian, MT 2014-2016

| Genotipe         | Lokasi Pengujian |          |          |         |         |         |         |         |         |
|------------------|------------------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                  | L1MT14           | L2MT14   | L3MT14   | L4MT14  | L5MT15  | L6MT15  | L7MT15  | L8MT16  | L9MT16  |
| Mutan-3          | 4,4 a            | 3,3 abc  | 5,0 a    | 2,7 bcd | 2,3 bcd | 2,6 a-f | 2,7 abc | 3,0 a   | 2,8 a-e |
| Mutan 5          | 3,8 abc          | 3,9 a    | 4,5 abcd | 2,9 abc | 2,5 bcd | 2,9 a-e | 3,2 ab  | 2,8 ab  | 3,5 a   |
| Mutan 6          | 3,7 abc          | 3,5 ab   | 4,8 ab   | 3,5 ab  | 3,0 a-d | 3,2 abc | 3,4 a   | 2,9 a   | 3,3 ab  |
| IC-2             | 3,9 ab           | 2,6 defg | 4,4abcd  | 1,8 e   | 2,1 d   | 2,5 def | 3,1 abc | 2,1 b-e | 1,7 e   |
| BM/IC-144-6      | 2,4 bcd          | 2,7 cdef | 4,4 abcd | 3,2 abc | 3,1 a-d | 2,0 f   | 2,3 cd  | 1,8 cde | 2,7 a-e |
| BM/IC-631-8      | 3,2 abcd         | 3,1 bcde | 4,2 a-e  | 3,0 abc | 2,6 bcd | 3,0 a-d | 2,8 abc | 2,5 abc | 3,0 abc |
| BM/IC-154-2      | 3,4 abcd         | 3,3 abcd | 4,1 a-e  | 3,0 abc | 2,3 bcd | 3,3 a   | 2,9 abc | 2,3 a-d | 2,4 a-e |
| BM/IC-144-2      | 3,0 abcd         | 2,9 bcde | 3,9 a-e  | 3,1 abc | 2,2 cd  | 2,5 c-f | 2,3 cd  | 1,4 ef  | 2,1 cde |
| Bm/IC//IC-170-8  | 1,9 d            | 2,4 efg  | 5,0 a    | 3,5 ab  | 2,6 bcd | 2,6 a-f | 2,5 bcd | 1,9 cde | 2,1 b-e |
| BM/IC//IC-172-6  | 2,9 abcd         | 1,9 g    | 4,3 a-e  | 2,9 a-d | 2,5 bcd | 3,3 ab  | 2,3 cd  | 1,6 def | 2,7 a-e |
| Bm/TR//Bm-112-8  | 2,4 bcd          | 2,5 efg  | 2,4 f    | 2,1 de  | 2,4 bcd | 2,2 ef  | 1,6 d   | 0,9 f   | 1,8 de  |
| BM/IC//IC-172-1  | 4,5 a            | 3,1 bcde | 4,7 abc  | 3,6 a   | 3,2 abc | 3,2 ab  | 2,7 abc | 2,5 abc | 3,5 a   |
| BM/IC//IC-172-6  | 2,2 cd           | 2,1 fg   | 3,2 ef   | 2,7 cd  | 3,1 a-d | 2,6 b-f | 2,8 abc | 1,3 ef  | 3,0 a-d |
| BM/IC//IC-164-1  | 2,4 bcd          | 2,4efg   | 3,6 de   | 3,2 abc | 3,6 a   | 2,0 f   | 2,3 cd  | 1,7 c-f | 2,5 a-e |
| Kancil           | 2,8 bcd          | 3,1 bcde | 3,6 cde  | 2,5 cde | 2,3 bcd | 2,4 def | 2,8 abc | 2,5 abc | 2,0 cde |
| Takar 1          | 3,0 abcd         | 2,5 efg  | 3,8 b-e  | 3,2 abc | 3,3 ab  | 2,6 a-f | 2,6 abc | 1,9 cde | 3,0a-d  |
| Rata-rata (t/ha) | 3,1              | 2,8      | 4,1      | 2,9     | 2,7     | 2,7     | 2,6     | 2,1     | 2,6     |
| BNT 5%           | 1,57             | 0,71     | 1,12     | 0,78    | 1,00    | 0,67    | 0,89    | 0,82    | 1,17    |
| KK (%)           | 13,6             | 15,1     | 11,2     | 14,5    | 12,2    | 14,9    | 10,2    | 13,9    | 16,9    |

Keterangan: L1=Wonogiri, L2=Tuban, L3=Probolinggo, L4=Jepara, L5=Pati, L6=Banyuwangi, L7=Probolinggo, L8=Tuban, L9=Pati. Angka dalam satu kolom yang bernotasi huruf sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 0,05. MT: musim tanam tahun.

**Tabel 6.** Selisih rata-rata hasil polong terhadap hasil polong varietas Kancil dan Takar 1 dari sembilan lokasi pengujian, MT 2014-2016

| Genotipe    | Selisih (%) |         | Genotipe        | Selisih (%) |         |
|-------------|-------------|---------|-----------------|-------------|---------|
|             | Kancil      | Takar 1 |                 | Kancil      | Takar 1 |
| Mutan-3     | 19,9        | 11,1    | Bm/IC//IC-170-8 | 2,0         | -5,5    |
| Mutan 5     | 24,8        | 15,7    | BM/IC//IC-172-6 | 1,5         | -5,9    |
| Mutan 6     | 30,3        | 20,8    | Bm/TR//Bm-112-8 | -23,8       | -29,4   |
| IC-2        | 0,7         | -6,6    | BM/IC//IC-172-1 | 29,0        | 19,6    |
| BM/IC-144-6 | 2,4         | -5,1    | BM/IC//IC-172-6 | -4,3        | -11,3   |
| BM/IC-631-8 | 14,0        | 5,7     | BM/IC//IC-164-1 | -1,4        | -8,6    |
| BM/IC-154-2 | 12,4        | 4,2     | Kancil          | -           | -7,4    |
| BM/IC-144-2 | -2,6        | -9,7    | Takar 1         | 6,9         | -       |

rata-rata polong kering Mutan 6 juga nyata lebih tinggi dari varietas Kancil dan Takar 1 dan lebih tinggi dari rata-rata umum (Tabel 7). Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa genotipe Mutan 6 mempunyai daya adaptasi umum yang baik dan mampu beradaptasi di banyak ragam lingkungan.

Genotipe BM/IC//IC-172-1 memiliki koefisien regresi berbeda dengan satu (1,0) dengan simpangan regresi yang tidak berbeda dengan nol (0,0) (Tabel 7). Keadaan demikian menyatakan bahwa BM/IC//IC-172-1 memiliki stabilitas di atas rata-rata, stabil, dan adaptif di lahan suboptimal dengan rata-rata hasil nyata lebih tinggi dari varietas Kancil dan Takar 1 dan juga lebih tinggi dari rata-rata umum. Dengan

demikian BM/IC//IC-172-1 mempunyai daya adaptasi yang baik di banyak lokasi.

### Ketahanan terhadap Penyakit Layu Bakteri

Hasil uji ketahanan penyakit layu bakteri *R.solanacearum* menunjukkan bahwa perkembangan intensitas penyakit layu pada periode 7–28 hari setelah inokulasi (HSI) beragam antargenotipe. Pada pengamatan terakhir (28 HSI) semua genotipe yang diuji menunjukkan kategori sangat tahan (Tabel 8). Pada percobaan lapang di daerah endemik penyakit layu di Wonogiri, Jepara, dan Pati diperoleh bahwa semua genotipe yang diuji menunjukkan status agak

**Tabel 7.** Parameter stabilitas (koefisien regresi dan simpangan regresi), status stabilitas dan adaptabilitas genotipe-genotipe kacang tanah, MT 2014-2016

| Genotipe            | Rentang hasil (t/ha) | Rata-rata hasil (t/ha) | Koefisien Regresi (bi) | Simp.regresi (Sdi)  | Adaptif di lahan/ lingkungan |
|---------------------|----------------------|------------------------|------------------------|---------------------|------------------------------|
| Mutan-3             | 2,3 – 5,0            | 3,2abc                 | 1,26                   | 0,25                | Optimal                      |
| Mutan 5             | 2,5 - 4,5            | 3,3ab                  | 0,86                   | 0,11                | Suboptimal                   |
| Mutan 6             | 2,9 - 4,8            | 3,5a                   | 0,94 <sup>tn</sup>     | -0,06 <sup>tn</sup> | Suboptimal-optimal           |
| IC-2                | 1,7 - 4,4            | 2,7def                 | 1,26                   | 0,34                | Optimal                      |
| BM/IC-144-6         | 1,8 - 4,4            | 2,7def                 | 0,62                   | 0,01 <sup>tn</sup>  | Suboptimal                   |
| BM/IC-631-8         | 2,5 - 4,2            | 3,0bcd                 | 1,19 <sup>tn</sup>     | 0,09                | Suboptimal-optimal           |
| BM/IC-154-2         | 2,3 - 4,1            | 3,0bcde                | 0,79                   | -0,07 <sup>tn</sup> | Suboptimal                   |
| BM/IC-144-2         | 1,4 - 3,9            | 2,6f                   | 0,89 <sup>tn</sup>     | 0,01 <sup>tn</sup>  | Suboptimal-optimal           |
| Bm/IC//IC-170-8     | 1,9 – 5,0            | 2,7def                 | 1,20                   | -0,04 <sup>tn</sup> | Optimal                      |
| BM/IC//IC-172-6     | 1,6 - 4,3            | 2,7def                 | 1,44                   | 0,23                | Optimal                      |
| Bm/TR//Bm-112-8     | 0,9 - 2,5            | 2,0g                   | 1,20                   | 0,09                | Optimal                      |
| BM/IC//IC-172-1     | 2,5 - 4,7            | 3,4a                   | 0,56                   | 0,06 <sup>tn</sup>  | Suboptimal                   |
| BM/IC//IC-172-6     | 1,3 - 3,2            | 2,6f                   | 1,14 <sup>tn</sup>     | 0,06 <sup>tn</sup>  | Suboptimal-optimal           |
| BM/IC//IC-164-1     | 1,7 - 3,6            | 2,6ef                  | 0,58                   | 0,16                | Suboptimal                   |
| Kancil (pembanding) | 2,0 - 3,6            | 2,7ef                  | 0,76                   | 0,19                | Suboptimal                   |
| Takar1 (pembanding) | 1,9 - 3,8            | 2,9cdef                | 0,81                   | 0,02 <sup>tn</sup>  | Suboptimal                   |

Keterangan: Angka dalam satu kolom yang bermotasi huruf sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 0,05.

**Tabel 8.** Intensitas penyakit layu bakteri *Ralstonia solanacearum* pada genotipe kacang tanah. Rumah kaca Balitkabi, MT Maret-Juli 2017

| Genotipe                   | Intensitas Penyakit (%) |        |        |        | Kategori |
|----------------------------|-------------------------|--------|--------|--------|----------|
|                            | 7 HSI                   | 14 HSI | 21 HSI | 28 HSI |          |
| Mutan3                     | 2,22                    | 5,93   | 7,41   | 7,41   | ST       |
| Mutan 5                    | 0,00                    | 1,67   | 2,41   | 2,41   | ST       |
| Mutan 6                    | 0,00                    | 0,74   | 3,41   | 3,41   | ST       |
| IC-2                       | 2,22                    | 3,70   | 5,19   | 7,41   | ST       |
| BM/IC-144-6                | 0,00                    | 0,00   | 0,00   | 0,00   | ST       |
| BM/IC-631-8                | 2,33                    | 3,64   | 3,64   | 3,64   | ST       |
| BM/IC-154-2                | 0,00                    | 0,00   | 0,00   | 0,00   | ST       |
| BM/IC-144-2                | 0,00                    | 0,00   | 0,00   | 0,00   | ST       |
| Bm/IC//IC-170-8            | 0,00                    | 0,00   | 0,00   | 0,00   | ST       |
| BM/IC//IC-172-6            | 0,00                    | 0,00   | 0,00   | 0,00   | ST       |
| Bm/TR//Bm-112-8            | 0,00                    | 4,87   | 6,10   | 6,10   | ST       |
| BM/IC//IC-172-1            | 0,00                    | 0,24   | 1,69   | 1,69   | ST       |
| BM/IC//IC-172-6            | 0,00                    | 0,74   | 1,48   | 1,48   | ST       |
| BM/IC//IC-164-1            | 0,00                    | 0,00   | 0,00   | 0,00   | ST       |
| Kancil (pembanding peka)   | 0,00                    | 0,74   | 0,74   | 0,74   | ST       |
| Takar 1 (pembanding tahan) | 0,00                    | 0,35   | 2,46   | 2,46   | ST       |

Keterangan: ST = Sangat tahan; HSI = hari setelah inokulasi

peka hingga peka kecuali beberapa genotipe dengan status agak tahan hingga tahan terhadap infeksi bakteri layu (Tabel 9). Ketahanan BM/IC//IC-172-1 nyata lebih baik dibanding tingkat ketahanan kedua varietas pembanding di Wonogiri (tahan) dan Jepara (agak tahan), dan setara dengan kedua varietas pembanding di Pati. Di Pati yang merupakan daerah endemik berat, semua genotipe peka terhadap serangan bakteri *R. solanacearum*. Intensitas layu rata-rata di tiga lokasi menunjukkan bahwa BM/

IC-154-2 dan BM/IC//IC-172-1 tampil lebih baik (status agak tahan) dari kedua varietas pembanding (status peka). Tiga genotipe Mutan (3, 5, dan 6), BM/IC-631-8, BM/IC//IC-172-6 (status agak peka) juga lebih tahan dibanding kedua varietas pembanding (Tabel 9). Dengan demikian, ketahanan rata-rata terhadap serangan penyakit layu bakteri Mutan 6 dan BM/IC//IC-172-1 berturut-turut adalah sedikit dan jauh lebih tahan dari kedua varietas pembanding (Tabel 9).

**Tabel 9.** Intensitas penyakit (%) layu bakteri *Ralstonia solanacearum* dan status ketahanan setiap genotipe di tiga lokasi endemik penyakit layu bakteri, MT 2014-2016

| Genotipe        | Wonogiri |          | Jepara |          | Pati |          | Rata-rata |             |
|-----------------|----------|----------|--------|----------|------|----------|-----------|-------------|
|                 | IP       | Kategori | IP     | Kategori | IP   | Kategori | IP        | Kategori    |
| Mutan3          | 23,1     | AT       | 44,5   | P        | 48,5 | P        | 38,7      | Agak rentan |
| Mutan 5         | 29,3     | AT       | 46,8   | P        | 38,5 | AP       | 38,2      | Agak rentan |
| Mutan 6         | 39,0     | AP       | 31,8   | AP       | 42,3 | P        | 37,7      | Agak rentan |
| IC-2            | 38,8     | P        | 52,5   | P        | 67,0 | P        | 52,8      | Rentan      |
| BM/IC-144-6     | 51,1     | P        | 44,5   | P        | 41,6 | P        | 45,8      | Rentan      |
| BM/IC-631-8     | 16,6     | T        | 36,1   | AP       | 61,6 | P        | 38,2      | Agak rentan |
| BM/IC-154-2     | 3,1      | T        | 17,0   | T        | 61,8 | P        | 27,3      | Agak tahan  |
| BM/IC-144-2     | 32,8     | AP       | 39,3   | AP       | 60,6 | P        | 44,3      | Rentan      |
| Bm/IC//IC-170-8 | 47,1     | P        | 42,0   | P        | 64,5 | P        | 51,2      | Rentan      |
| BM/IC//IC-172-6 | 12,1     | T        | 41,5   | P        | 54,3 | P        | 36,0      | Agak rentan |
| Bm/TR//Bm-112-8 | 30,3     | AP       | 68,1   | P        | 46,3 | P        | 48,3      | Rentan      |
| BM/IC//IC-172-1 | 0,5      | T        | 29,5   | AT       | 49,5 | P        | 26,5      | Agak tahan  |
| BM/IC//IC-172-6 | 44,6     | P        | 57,0   | P        | 54,3 | P        | 52,0      | Rentan      |
| BM/IC//IC-164-1 | 48,3     | P        | 36,8   | AP       | 59,5 | P        | 48,2      | Rentan      |
| Kancil          | 50,1     | P        | 58,3   | P        | 66,3 | P        | 58,3      | Rentan      |
| Takar 1         | 29,6     | AT       | 41,0   | P        | 54,5 | P        | 41,7      | Rentan      |

Keterangan: IP: Instensitas Penyakit, T:Tahan, AT:Agak tahan, AP:Agak Rentan, P: Rentan.

Varietas Kancil rentan terhadap serangan penyakit layu bakteri. Ketika ditanam di daerah Banjarnegara, varietas ini juga rentan terhadap serangan bakteri layu dengan tingkat kematian tanaman 40% dari populasi awalnya (Rahmianna dan Yusnawan 2016). Di sisi lain, varietas Kancil dinyatakan tahan terhadap penyakit layu bakteri ketika dilepas pada tahun 2001 (Balitkabi 2016). Perubahan status ketahanan ini bisa terjadi karena terjadinya penurunan tingkat ketahanan, atau perbedaan biotipe antarlokasi (Suryadi dan Rais 2009).

## KESIMPULAN

Berdasarkan uji di sembilan lokasi, Mutan 6 (tipe Spanish) dan BM/IC//IC-172-1 (tipe Valencia) mempunyai potensi hasil tertinggi diantara 16 genotipe yang diuji, masing-masing 3,48 t/ha dan 3,44 t/ha polong kering. Hasil polong genotipe Mutan 6 unggul di dua lokasi, dan BM/IC//IC-172-1 unggul di tiga lokasi. Sebanyak 5 genotipe: Mutan 3, Mutan 5, BM/IC-154-2, Bm/IC//IC-170-8, dan BM/IC//IC-164-1 memberikan hasil polong tertinggi di satu lokasi, dan sisanya tidak unggul di semua lokasi uji. Genotipe Mutan 6 mempunyai daya adaptasi umum yang baik dan mampu beradaptasi di banyak ragam lingkungan. Demikian pula, BM/IC//IC-172-1 juga mempunyai daya adaptasi yang baik di banyak lokasi.

Hampir semua genotpe yang diuji menunjukkan tingkat ketahanan terhadap layu bakteri *Ralstonia solanacearum* yang rendah, dengan status rentan

hingga agak rentan terhadap infeksi bakteri *R. solanacearum* ketika ditanam di tiga daerah endemik penyakit layu bakteri. Sedangkan genotipe BM/IC-154-2 dan BM/IC//IC-172-1 menunjukkan reaksi agak tahan dengan status agak tahan.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Para penulis mengucapkan terima kasih kepada Pemerintah Republik Indonesia yang telah membiayai kegiatan penelitian ini. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Sdr Sukadi dan Paidi (Alm) serta para teknisi di Kebun Percobaan Muneng, Probolinggo dan Genteng, Banyuwangi yang telah membantu pelaksanaan penelitian di lapangan. Terima kasih disampaikan pula kepada para penelaah dan mitra bestari yang telah memberikan masukan pada naskah ini sehingga menjadi lebih berbobot.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arya SS, AR Salve, S Chauhan. 2016. Peanuts as functional food: a review. *Journal Food Science Technology* 53(1): 31-41.
- Balitkabi [Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi]. 2016. Deskripsi varietas Unggul Aneka Kacang dan Umbi. Cetakan ke-8 (revisi). Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. 218 hlm.
- Dolinassou S, JBN Tchiagam, AD Kemoral, NN Yanou. 2016. Genotype ´ environment interaction and kernel yield-stability of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) in Northern Cameroon. *Journal of Applied Biology and Biotechnology* 4(01): 001-007.

- Eberhart SA, WA Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*. 6: 36-40.
- Ingale S, SK Shrivastava. 2011. Nutritional study of new variety of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) JL-24 seeds. *African Journal of Food Science* 5(8): 490-498.
- Jiang G, Wei Z, J Xu, Chen H, Zhang Y, She X, Macho AP, Ding W, Liao B. 2017. Bacterial wilt in China: History, current status, and future perspective. *Frontiers in Plant Science* 8 (1549): 10p.
- Kebene A, Tana T. 2014. Genotype by environment interaction and stability of pod yield of elite breeding lines of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) in Eastern Ethiopia. *Science, Technology and Arret Research Journal* 3(2): 43-46.
- Krisnawati A, Adie MM. 2018. Yield stability of soybean genotypes in tropical environments based on genotype and genotype-by-environment biplot. *Jurnal Agronomi Indonesia* 46(3): 231-239.
- Kuswantoro H, Ujianto L, Sulistyo A, Hapsari RT. 2016. Hasil dan komponen hasil galur-galur kedelai di dua lokasi. *Jurnal Agronomi Indonesia* 44(1): 26-32.
- Lieu NV, Long TD, Hong NX. 1998. Germplasm evaluation and breeding for groundnut bacterial wilt in Asia. p. 82-87. In: Pande, Boshou L, Hong NX, Johansen C, Gowda CLL (Eds.). *Proceedings of the fourth working group meeting*. ICRISAT.
- Mafoouasson HNA, Gracen V, Yeboah MA, Ntsomboh-Ntsefong G, Tandzi LN, Mutengwa CS. 2018. Genotype-by environment interaction and yield stability of maize single cross hybrids developed from tropical inbred lines. *Agronomi* 8(62): 17p.
- Muhammad A, Hayatu M, Bukar A. 2017. Effect of bacterial wilt on some physiology of groundnut varieties (*Arachis hypogaea* L.). *Bima. Journal of Science and Technology* 1(2): 37-44.
- Nawangsih AA, Aditya R, Tjahjono B, Negishi H, Suyama K. 2012. Bioefficacy and characterization of plant growth-promoting bacteria to control the bacterial wilt disease of peanut in Indonesia. *Journal ISSAAS* 18(1): 185-192.
- Nugrahaeni N, Purnomo J, Rahayu M, Janila P. 2015. Resistance and yield stability of groundnut cultivars on *Ralstonia* wilt endemic areas in Central of Java, Indonesia. p. 116-124. *Proceedings "The 1<sup>st</sup> UMM Internatinal Conference on Pure and Applied Research (UMM-ICOPAR 2015)"*. Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.
- Nugrahaeni N, Rahayu M. 2017. Peanut introduced germplasm response against *Ralstonia* bacterial wilt disease. *Nusantara Bioscience* 9(2): 138-140.
- Purbokurniawan, Purwoko BS, Wirnas D, Dewi IS. 2014. Potensi dan stabilitas hasil, serta adaptabilitas galur-galur padi gogo tipe baru hasil kultur antera. *Jurnal Agronomi Indonesia* 42(1): 9-16.
- Pusdatin [Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian]. 2016. Outlook Komoditas Pertanian Sub Sektor Tanaman Pangan. Kacang Tanah. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. Kementerian Pertanian. 93 hlm.
- Rahayu M. 2012. Penyakit layu *Ralstonia solanacearum* pada kacang tanah dan strategi pengendalian ramah lingkungan. *Buletin Palawija* 24: 69-81.
- Rahmianna A, Purnomo J. 2018. Hasil, kualitas fisik polong dan biji beberapa genotipe kacang tanah menurut ragam lengas tanah pada fase generatif. *Jurnal Agronomi Indonesia* 46(1): 71-80.
- Rahmianna AA, E Yusnawan. 2016. Vegetative and generative growth of groundnut genotypes under biotic environmental stress. *Biodiversitas* 17(2): 503-509.
- Rahmianna AA, Pratiwi H, Harnowo D. 2015. Budidaya kacang tanah. Hlm. 133-169. Dalam: Kasno A, Rahmianna AA, Mejaya MJ, Purnomo S (Eds.). *Kacang Tanah. Inovasi Teknologi dan Pengembangan Produk*. Monograf Balitkabi 13. Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. Malang.
- Sarkar S, Chaudhuri A. 2016. Bacterial wilt and its management. *Current Sceince* 110(8): 1439-1445.
- Savemore AA, Manjeru P, Ncube B. 2017. Assessment of genotype ´ environment interaction and pod yield evaluation of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes in Zimbabwe. *African Journal of Plant Science* 11(3): 54-60.
- Suryadi Y, Rais SA. 2009. Respon beberapa genotipe kacang tanah terhadap penyakit layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*) di rumah kaca. *Buletin Plasma Nutfah* 15(1): 20-26.
- Suryadi Y. 2009. Efektivitas *Pseudomonas flourescens* terhadap penyakit layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*) pada tanaman kacang tanah. *Jurnal Hama dan Penyakit Tanaman Tropika* 9(2): 174-180.
- Tahat MM, Sijam K. 2010. *Ralstonia solanacearum*: The bacterial wilt causal agent. *Asian Journal of Plant Sciences* 9(7): 385-393.
- TPPV [Tim Penilai dan Pelepas Varietas]. 2013. Petunjuk Teknis Penyusunan Deskripsi Varietas Tanaman Pangan. Badan Benih Nasional. Kementerian Pertanian.

**Buletin Palawija Volume 17 Nomor 2  
Tahun 2019, hlm 58–112**

**Daftar Isi**

|                                                                                                                            |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Serangga Hama Kedelai dan Musuh Alami di Lahan Pasang Surut Kalimantan Selatan                                             |         |
| Sri Wahyuni Indiati                                                                                                        | 58-65   |
| Important Weeds and Their Control in Soybean Production under Rice-Soybean Cropping Pattern                                |         |
| Arief Harsono, Suryantini, Siti Muzaiyanah                                                                                 | 66-72   |
| Changes of Chemical Composition and Aflatoxin Content of Peanut Products as Affected by Processing Methods                 |         |
| Erliana Ginting, Agustina Asri Rahmianna, Eriyanto Yusnawan                                                                | 73-82   |
| Pengelolaan Pola Tanam Berbasis Kedelai dan Jagung di Lahan Kering                                                         |         |
| Zainal Arifin dan Chendy Tafakresnanto                                                                                     | 83-93   |
| Keragaman Genetik Klon Ubi Jalar Ungu Berdasarkan Karakter Morfologi dan Agronomi                                          |         |
| Harlino Nandha Prayudha, Amalia Murnihati Noerrizki, Haris Maulana, Debby Ustari, Neni Rostini,                            |         |
| Agung Karuniawan                                                                                                           | 94-101  |
| Produktivitas Beberapa Genotipe Kacang Tanah dan Ketahanannya terhadap Penyakit Layu Bakteri <i>Ralstonia Solanacearum</i> |         |
| Joko Purnomo, Novita Nugrahaeni,                                                                                           |         |
| Yuliantoro Baliadi                                                                                                         | 102-111 |
| Indeks Buletin Palawija Volume 17 Nomor 2 Tahun 2019                                                                       | 112     |

**Indeks Penulis**

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| Agung Karuniawan           | 94  |
| Agustina Asri Rahmianna    | 73  |
| Amalia Murnihati Noerrizki | 94  |
| Arief Harsono              | 66  |
| Chendy Tafakresnanto       | 83  |
| Debby Ustari               | 94  |
| EriyantoYusnawan           | 73  |
| Erliana Ginting            | 73  |
| Haris Maulana              | 94  |
| Harlino Nandha Prayudha    | 94  |
| Joko Purnomo               | 102 |
| Neni Rostini               | 94  |
| Novita Nugrahaeni          | 102 |
| Siti Muzaiyanah            | 66  |
| Sri Wahyuni Indiati        | 58  |
| Suryantini                 | 66  |
| Yuliantoro                 | 102 |
| Zainal Arifin              | 83  |

**Indeks Subjek**

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| aflatoxin                     | 73         |
| agronomy traits               | 94         |
| <i>arachis hypogaea</i> L     | 102        |
| chemical composition          | 73         |
| cropping pattern              | 83         |
| dry land                      | 83         |
| genetic diversity             | 94         |
| insect pests                  | 58         |
| lowland                       | 66         |
| maize                         | 83         |
| morphology traits             | 94         |
| natural enemies               | 58         |
| peanut                        | 73         |
| production                    | 66         |
| products                      | 73         |
| purple fleshed sweet potato   | 94         |
| <i>ralstonia solanacearum</i> | 102        |
| South Kalimantan              | 58         |
| soybean                       | 58, 66, 83 |
| stability                     | 102        |
| weeds control                 | 66         |
| yield potency                 | 102        |

