

Buletin SINTESIS

MEDIA INFORMASI ILMIAH DALAM BIDANG ILMU-ILMU PERTANIAN

**BERPEGANG TEGUH PADA NILAI-NILAI KEBENARAN BERDASARKAN KAIDAH KEILMUAN
MENUNJANG PEMBANGUNAN PERTANIAN BERWAWASAN LINGKUNGAN**

- Ketahanan Sorgum Manis (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) terhadap Cekaman Kekeringan (Budi Adi Kristanto, Didik Indradewa, R. Djoko Sutrisno dan Azwar Ma'as)
- Efek Penambahan Amonium dan Kalium terhadap Pertumbuhan Lidah Buaya (*Aloe vera* Linn.) pada Media Salinitas Tinggi (Amalia Tetrani Sakya, Muji Rahayu, Novi Nur Laila)
- Respon Beberapa Varietas Tomat terhadap Cekaman Kekeringan (Vinni D. Tome dan Amalia Tetrani Sakya)
- Perkembangan Organ Limfoid Broiler Periode Starter yang Diberi Pakan *Step Down* dengan Kombinasi Air Perasan Jeruk Nipis sebagai *Acidifier* (Jamilah, N. Suthama dan L.D. Mahfudz)
- Effect of Drying Methods to The Lactic Acid Bacteria of Enriched Cassava Meal (Sulistiyanto B., S. Sumarsih, C.S. Utama, R.I. Pujaningsih and C.I. Sutrisno)
- Pemanfaatan Limbah Cair Tempe sebagai Medium Produksi Asam Laktat dengan Penambahan Isolat Bakteri Asam Laktat dari Feses Pedet Sapi Perah Baru Lahir (Ismail Jasin)

DITERBITKAN OLEH :
YAYASAN DHARMA AGRINKA
JL. MAHESA MUKTI III/A-23
SEMARANG-50192 TELP. (024) 6710517

SINTESIS

BULETIN ILMU-ILMU PERTANIAN

PENERBIT

Yayasan Dharma Agrika

ALAMATJl. Mahesa Mukti III / 23 Semarang
50192 Telp. (024) 6710517**PEMIMPIN UMUM / PENANGGUNG JAWAB**Widiyanto
(Ketua Yayasan Dharma Agrika)**WAKIL PEMIMPIN UMUM**

Nyoman Suthama

PENYUNTINGKetua :
Vitus Dwi Yunianto BI**ANGGOTA**Surahmanto
Djoko Soemarjono
Eko Pangestu
Srimawati
Baginda Iskandar Moeda T.
Didik Wisnu Wijayanto
Suranto
Mulyono**PENYUNTING AHLI**Ristianto Utomo
(Fakultas Peternakan UGM Yogyakarta)
Muladno
(Fakultas Peternakan IPB Bogor)
M. Winugroho
(Balai Penelitian Ternak Ciawi)
Budi Hendarto
(Fakultas Perikanan dan Kelautan Undip)
Suwedo Hadiwijoto
(Fakultas Teknologi Pertanian UGM Yogyakarta)**PERIODE TERBIT**

Enam (6) bulan sekali

ISSN 0853 – 9812

DAFTAR ISI

Ketahanan Sorgum Manis (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) terhadap Cekaman Kekeringan (Budi Adi Kristanto, Didik Indradewa, R. Djoko Sutrisno dan Azwar Ma'as) 1

Efek Penambahan Amonium dan Kalium terhadap Pertumbuhan Lidah Buaya (*Aloeevera Linn.*) pada Media Salinitas Tinggi (Amalia Tetrani Sakya, Muji Rahayu, Novi Nur Laila) 8

Respon Beberapa Varietas Tomat terhadap Cekaman Kekeringan (Vinni D. Tome dan Amalia Tetrani Sakya) 14

Perkembangan Organ Limfoid Broiler Periode Starter yang Diberi Pakan Step Down dengan Kombinasi Air Perasan Jeruk Nipis sebagai Acidifier (Jamilah, N. Suthama dan L.D. Mahfudz) 19

Effect of Drying Methods to The Lactic Acid Bacteria of Enriched Cassava Meal (Sulistiyanto B., S. Sumarsih, C.S. Utama, R.I. Pujaningsih and C.I. Sutrisno) 23

Pemanfaatan Limbah Cair Tempe sebagai Medium Produksi Asam Laktat dengan Penambahan Isolat Bakteri Asam Laktat dari Feses Pedet Sapi Perah Baru Lahir (Ismail Jasin) 27

Redaksi menerima tulisan berupa hasil penelitian dan atau kajian ilmiah dalam bidang ilmu-ilmu pertanian dan lingkungan hidup. Redaksi berhak mengubah/menyempurnakan tulisan/naskah tanpa mengubah isi.

Sistematika penulisan naskah :

Judul, Ringkasan, Materi dan Metode, Hasil dan Pembahasan, Kesimpulan, Daftar Pustaka. Nama Penulis dicantumkan di bawah judul. Judul Tabel ditulis di bagian atas tabel. Judul Gambar / Grafik ditulis di bawah gambar /grafik. Naskah diketik di atas kertas HVS ukuran kwarto, dengan jarak 2 spasi dalam format MS Word, maksimal 15 halaman.

Pengiriman naskah (rangkap dua) dilampiri dengan CD (*compact disk*), pas foto ukuran 3x4 dan biodata yang memuat nama, tempat dan tanggal lahir, riwayat pendidikan, riwayat jabatan, pengalaman penelitian dan publikasi ilmiah.

LAPORAN PENELITIAN

KETAHANAN SORGUM MANIS (*Sorghum bicolor (L.) Moench*) TERHADAP CEKAMAN KEKERINGAN

(*Sweet Sorghum (Sorghum bicolor (L.) Moench) Resistance to Drought Stress*)

Budi Adi Kristanto*, R. Djoko Sutrisno**, Didik Indradewa*** dan Azwar Ma'as***

*Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro

**Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada

***Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada

ABSTRACT: Drought stress inhibits growth and reduced crop yields. Plant phenology responds through adjustments in order to survive and continue their growth. This research was investigated the response of several varieties of sweet sorghum to drought stress. The research was conducted in the greenhouse and Physiology Laboratory of Plant Breeding, Faculty of Agriculture Department of Animal Husbandry and Agriculture Undip. The research used Completely Randomized design (CRD). The results showed that drought stressed to lose of root and shoot dry weight, chlorophyll and carotenoid content, but increased of proline content and root-shoot ratio. Sweet sorghum varieties with high proline content, chlorophyll and carotenoid index, TOL, SSI and I were high indicating drought resistant. Langketo and kotabum varieties are more resistant than others. Sweet sorghum simultaneously developing resistance strategies, in this study are avoidance strategy and tolerance strategy, through osmotic adjustment.

Key Words : Sorghum, Drought resistance

PENDAHULUAN

Perubahan iklim global akibat efek rumah kaca berdampak pada meningkatnya suhu permukaan bumi. Peningkatan suhu permukaan bumi diikuti oleh penurunan presipitasi dan peningkatan laju evaporasi tanah yang berdampak pada penurunan ketersediaan air tanah. (Pramono, 2012). Keterbatasan ketersediaan air tanah menyebabkan kekeringan dan merupakan faktor penghambat utama pertumbuhan, perkembangan dan produksi tanaman sehingga mempengaruhi sistem pertanian dan produksi pangan.

Setiap jenis tanaman mengembangkan mekanisme yang berbeda untuk bertahan hidup dan atau melanjutkan pertumbuhan dalam merespon cekaman kekeringan, dan tanaman mengalami penyesuaian secara fenologi untuk meminimalkan dampak cekaman. Tanaman tahan kekeringan melakukan penyesuaian fenologi melalui penurunan ukuran organ, seperti daun lebih sempit dan tanaman lebih pendek, perubahan kedudukan atau posisi daun (Liu *et al.*, 2009), jumlah dan kerapatan stomata berkurang, pembukaan stomata lebih sempit atau penutupan lebih awal, penurunan fotosintesis dan laju pertumbuhan (de Lacerda *et al.*, 20007), penurunan kandungan klorofil (Awal dan Ikeda, 2002), daun terdapat lapisan kutikula dan rambut atau bulu tebal dan rapat atau terdapat lapisan lilin, dan mempercepat proses penuaan (Taiz dan Zeiger, 1998) serta meningkatkan kandungan senyawa kompatibel mudah larut, seperti prolin (Szabados dan Savoure, 2010).

Setiap tanaman mengembangkan beberapa mekanisme strategi ketahanan secara simultan. Reddy *et al.* (2004) menggambarkan tiga strategi dasar tanaman dalam menghadapi cekaman kekeringan, yaitu: (1). Strategi meloskan diri (*escape strategy*), (2). Menghindarkan diri (*avoidance strategy*) dan (3). Bertahan atau toleran (*osmotic adjustment/tolerance strategy*).

Respon varietas tanaman dalam spesies yang sama terhadap cekaman kekeringan pada aspek toleransi relatif sama, yaitu pengendalian pertumbuhan, homeostasis dan detoksifikasi (Serano *et al.*, 1999) dengan derajat berbeda sehingga akan menghasilkan perbedaan pertumbuhan dan hasil. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat ketahanan kekeringan beberapa varietas sorgum manis dan penggunaan perbedaan hasil aktual dengan potensi hasil untuk keperluan seleksi ketahanan kekeringan.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Laboratorium Fisiologi dan Pemuliaan Tanaman, Jurusan Pertanian, Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro Semarang. Penelitian menggunakan materi berupa tanah Vertisol dari Desa Raji, Kecamatan Demak, Kabupaten Demak, Jawa Tengah dan benih sorgum manis, varietas numbu, beberapa varietas sorgama, langka keto, rote, PWKTC dan PWKTP. Peralatan yang digunakan adalah alat tulis, kertas label,

polibag, timbangan analitis, penggaris/meteran, pisau, gunting, pinset, amplop, oven, eksikator.

Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap faktorial (*factorial complete randomize design, CRD*) yang diulang 3 kali, dengan perlakuan varietas sorgum manis sebagai faktor pertama, yaitu: numbu, beberapa varietas sorgama, langka keto, rote, PWKTC dan PWKTP. Faktor kedua adalah tingkat kekeringan, yaitu disiram dengan selang waktu 5 dan 20 hari.

Parameter yang diukur adalah berat akar dan tajuk, kandungan klorofil dan prolin daun. Berat akar dan tajuk (hijauan) untuk menghitung nisbah akar-pucuk, ketahanan atau toleransi yang didasarkan formulasi Fernandez (1992), indeks kerentanan cekaman (Fischer dan Maurer, 1978) dan indeks stabilitas klorofil (Yadav *et al.*, 2001). Pengukuran prolin didasarkan metode Bates (1983) dan pengukuran klorofil didasarkan metode Arnon dengan mengikuti prosedur Guha.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berat Akar dan Tajuk

Cekaman kekeringan menurunkan berat kering akar dan tajuk semua varietas sorgum manis, tetapi meningkatkan nisbah akar-tajuk (Tabel 1). Kekeringan menyebabkan hambatan pertumbuhan secara keseluruhan, tetapi hambatan pertumbuhan tajuk lebih besar dibanding akar sehingga nisbah akar-tajuk meningkat.

Penurunan berat kering akar dan tajuk akibat cekaman kekeringan karena terjadi penurunan kandungan air daun relatif dan potensial air daun (Decov *et al.*, 2000; Xie *et al.*, 2010) dan berdampak pada penurunan kerapatan, lebar bukaan, dan konduktivitas stomata (Kramer and Boyer, 1995; Nayyar and Gupta, 2006), sehingga menurunkan fotosintesis dan hasil tanaman.

Cekaman kekeringan menyebabkan kerusakan pigmen klorofil dan karotenoid, sehingga perangkat fotosintesis menjadi rusak (Hendry *et al.*, 1987). Kerusakan perangkat fotosintesis menurunkan fotosintesis dan hasil tanaman. Bukaan stomata yang lebih sempit menyebabkan sedikitnya CO₂ yang masuk dalam kloroplas daun sehingga menurunkan fotosintesis. Kekeringan menyebabkan hambatan asimilasi CO₂ (Asada, 1994), meningkatkan respirasi (Sudhakar *et al.*, 2003), sehingga menurunkan hasil bersih fotosintesis, yang akhirnya menurunkan bahan kering atau hasil panen (Asada, 1994).

Di sisi lain, cekaman kekeringan menghambat proses inisiasi, pembelahan dan perkembangan sel (Maas dan Nieman, 1978 *disitusi oleh* Haryadi dan Yahya, 1988), sehingga terjadi pengurangan ukuran sel dan organ tanaman (Steudle *et al.*, 1977), seperti daun lebih sempit dan tanaman menjadi lebih pendek dan menurunkan bahan kering atau hasil panen. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa cekaman kekeringan menurunkan berat segar dan berat kering tanaman jagung (Kaya *et al.*, 2006), *sweet sorghum* (Xie *et al.*, 2010), *grainsorghum*, *sweet sorghum* dan *broomcorn* (Kristanto *et al.*, 2011) dan padi (Samsonet *et al.*, 2002).

Tabel 1. Berat Akar, Tajuk dan Nisbah Akar-Tajukberbagai Varietas Sorgum Manis pada Interval Penyiraman Berbeda

VARIETAS	AKAR (g)		TAJUK (g)		NISBAH AKAR - TAJUK	
	Irigasi 5 hari	Irigasi 20 hari	Irigasi 5 hari	Irigasi 20 hari	Irigasi 5 hari	Irigasi 20 hari
Sorgama Mutiara	79,34 ^a	48,21 ^{def}	230,83 ^a	173,67 ^b	2,91 ^{bcd}	3,60 ^a
Sorgama 1	51,63 ^{de}	33,55 ^{gh}	151,63 ^{bc}	118,08 ^{ef}	2,94 ^{bcd}	3,52 ^{ab}
Sorgama 2	32,35 ^{hi}	28,23 ⁱ	113,23 ^{ef}	93,3 ^g	3,50 ^{ab}	3,31 ^{ab}
Sorgama 3	39,78 ^{fgh}	34,63 ^{hi}	105,56 ^{fg}	89,34 ^{gh}	2,65 ^d	2,58 ^{de}
Sorgama 4	74,27 ^{ab}	43,34 ^{efg}	174,23 ^b	141,35 ^{cd}	2,35 ^e	3,26 ^{bc}
Sorgama 5	44,56 ^{cdfg}	36,42 ^{gh}	110,85 ^{fg}	95,09 ^g	2,49 ^{de}	2,61 ^d
Sorgama 6	66,45 ^{bc}	31,15 ^{hi}	135,83 ^{cd}	101,95 ^g	2,04 ^{ef}	3,27 ^{bc}
Sorgama 7	58,29 ^{cqd}	32,22 ^{hi}	164,16 ^b	132,88 ^{cde}	2,82 ^{bcd}	4,12 ^a
Sorgama 8	44,52 ^{cdfg}	36,98 ^{gh}	112,11 ^{ef}	98,54 ^g	2,52 ^{de}	2,66 ^d
Sorgama 9	54,34 ^d	35,74 ^{gh}	135,53 ^{cd}	100,02 ^g	2,49 ^{de}	2,79 ^d
Sorgama 10	66,45 ^{bcd}	37,13 ^{gh}	153,88 ^{bc}	125,21 ^{def}	2,32 ^{ef}	3,37 ^{ab}
Kotabum	41,12 ^{fg}	31,89 ^{hi}	99,89 ^g	86,67 ^{gh}	2,43 ^c	2,72 ^d
Langkaketo	86,65 ^a	37,66 ^{gh}	135,83 ^{cd}	98,35 ^g	1,57 ^{fh}	2,61 ^d
Numbu	58,29 ^{cqd}	37,70 ^{gh}	87,83 ^{gh}	68,25 ^h	1,51 ^h	1,81 ^{fh}
Rote	41,32 ^{cdfg}	33,76 ^{hi}	121,21 ^{def}	99,88 ^g	2,93 ^{bc}	2,96 ^{bc}
PWKTC	54,34 ^d	38,58 ^{gh}	141,08 ^{cd}	113,08 ^{ef}	2,60 ^d	2,93 ^{bc}
PWKTP	60,19 ^c	43,13 ^{cdfg}	170,26 ^b	137,87 ^{cde}	2,12 ^{ef}	3,20 ^{bc}

Keterangan: Angka dalam kolom akar, tajuk atau nisbah akar-tajuk yang diikuti superskrip berbeda menunjukkan perbedaan pada uji Duncan level 5%

Cekaman kekeringan direspon tanaman dengan perubahan laju pertumbuhan akar dan tajuk. Pertumbuhan tajuk lebih rendah dibanding akar sehingga meningkatkan nisbah akar-tajuk. Pertumbuhan tajuk yang lebih rendah dibanding akar membantu menurunkan kebutuhan transpirasi. Pertumbuhan akar lebih tinggi dibanding tajuk membantu meningkatkan penyerapan air agar tetap mampu untuk memenuhi kebutuhan transpirasi yang meningkat, menjaga kandungan air daun dan potensial air daun tetap tinggi. Tanaman yang mengalami kekeringan mengembangkan sistem perakaran yang mendalam dan berkorelasi dengan peningkatan efisiensi penggunaan air (Xie *et al.*, 2010). Menurut Turner dan Begg (1981), bahwa tanaman yang mengalami cekaman kekeringan merespon dengan meningkatkan kepadatan dan atau panjang akar untuk meningkatkan kemampuan penyerapan air dalam upaya memenuhi kebutuhan transpirasi. Perubahan pertumbuhan akar dan tajuk merupakan bentuk ketahanan atau perlawan terhadap kekeringan.

Klorofil, Karotenoid dan Prolin Daun

Cekaman kekeringan menurunkan kandungan klorofil dan karotenoid daun, tetapi meningkatkan kandungan prolin daun (Tabel 2). Setiap varietas tanaman berbeda dalam merespon cekaman kekeringan, baik secara anatomi, morfologi, fisiologi dan bio-kimia. Aspek kimia tanaman terjadi perubahan senyawa dan atau kandungan organ, seperti kandungan klorofil, karotenoid dan prolin daun. Cekaman kekeringan menyebabkan penurunan

kandungan klorofil dan karotenoid daun, bahkan terjadi kerusakan atau kehilangan klorofil. Penurunan kandungan klorofil dan karotenoid daun menunjukkan ketidak-stabilan atau tingkat kerusakan. Semakin besar tingkat penurunan menunjukkan semakin tidak stabil. Stabilitas klorofil dan karotenoid daun yang semakin tinggi mengindikasikan semakin tinggi ketahanan tanaman terhadap kekeringan. Menurut Sairam *et al.* (1979), bahwa tanaman tahan kekeringan memiliki kandungan dan stabilitas pigmen klorofil dan karotenoid tinggi.

Prolin diakumulasi oleh tanaman dalam merespon cekaman abiotik (Szabados and Savoure, 2010). Prolin merupakan senyawa osmoprotektan berupa protein yang berfungsi dalam ketahanan terhadap cekaman kekeringan (Zhu *et al.*, 1998). Prolin melindungi membran dan kompleks protein selama tanaman mengalami cekaman (Gao *et al.*, 2000; Zhao *et al.*, 2000), yang berperan dalam homeostasis seluler, termasuk keseimbangan redoks dan status energi. Prolin dapat bertindak sebagai molekul sinyal untuk memodulasi fungsi mitokondria dan memicu ekspresi gen tertentu yang berkaitan dengan kemampuan ketahanan kekeringan dan atau pemulihan tanaman dari cekaman abiotik (Szabados dan Savoure, 2010).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap varietas sorgum manis berbeda dalam mensintesis prolin (tabel 2) sehingga berbeda kemampuan penyesuaian osmotik. Tanaman tahan kekeringan mensintesis prolin lebih banyak sehingga mempunyai kemampuan penyesuaian osmotik lebih

Tabel 2 . Kandungan Klorofil, Karotenoid dan Prolin Daun berbagai Varietas Sorgum Manis pada Interval Penyiraman Berbeda

VARIETAS	KANDUNGAN KLOROFIL (g/mg)		KANDUNGAN KAROTENOID (g/mg)		KANDUNGAN PROLIN (μmol/g)	
	Irigasi 5 hari	Irigasi 20 hari	Irigasi 5 hari	Irigasi 20 hari	Irigasi 5 hari	Irigasi 20 hari
Sorgama Mutiara	2,38 ^{def}	2,02 ^{efgh}	5,83 ^{de}	4,83 ^{gh}	11,51 ^{fg}	82,60 ^a
Sorgama 1	3,33 ^{ab}	2,37 ^{dc}	7,63 ^b	5,01 ^{fg}	17,26 ^{fg}	74,69 ^b
Sorgama 2	2,51 ^{de}	1,83 ^{ghi}	6,62 ^{cd}	4,18 ^{hi}	19,07 ^{fg}	53,74 ^c
Sorgama 3	2,36 ^{def}	1,62 ^{ghi}	8,82 ^a	6,85 ^{bc}	12,24 ^{fg}	42,60 ^{cd}
Sorgama 4	2,81 ^{cd}	1,82 ^{efg}	8,33 ^a	5,80 ^{de}	11,77 ^{fg}	53,77 ^c
Sorgama 5	2,46 ^{def}	1,85 ^{ghi}	8,12 ^a	6,21 ^d	15,91 ^{fg}	41,69 ^d
Sorgama 6	2,88 ^{cd}	1,97 ^{ghi}	8,77 ^a	6,95 ^{bc}	12,68 ^{fg}	41,69 ^d
Sorgama 7	3,49 ^{ab}	2,60 ^{cd}	6,64 ^{cd}	5,03 ^{fg}	15,46 ^{fg}	47,84 ^c
Sorgama 8	2,02 ^{efgh}	1,34 ⁱ	5,67 ^e	4,35 ^h	12,79 ^{fg}	20,60 ^{ef}
Sorgama 9	3,18 ^{abc}	2,12 ^{efg}	7,32 ^{bc}	5,04 ^{fg}	19,74 ^{ef}	25,40 ^e
Sorgama 10	2,41 ^{def}	1,58 ^{ghi}	5,65 ^{ef}	4,31 ^{hi}	10,25 ^g	25,60 ^e
Kotabum	3,76 ^a	2,37 ^{dc}	5,81 ^{de}	3,63 ^j	9,17 ^g	21,69 ^c
Langkaketo	3,10 ^{abc}	2,41 ^{def}	5,93 ^{de}	4,81 ^{ghi}	19,03 ^{fg}	87,60 ^a
Numbu	2,42 ^{def}	1,48 ^{hi}	6,38 ^{cd}	4,07 ^{hij}	9,73 ^g	15,68 ^{fg}
Rote	3,08 ^{abc}	2,13 ^{efg}	5,57 ^{ef}	3,83 ^{ij}	17,26 ^{fg}	26,61 ^c
PWKTC	3,19 ^{abc}	2,53 ^{cd}	7,63 ^b	5,12 ^{efg}	11,51 ^{fg}	41,69 ^d
PWKTP	3,83 ^a	2,23 ^{efgh}	5,83 ^{de}	5,01 ^{fg}	19,06 ^{fg}	20,60 ^{ef}

Keterangan : Angka dalam kolom kandungan klorofil, karotenoid atau prolin yang diikuti superskrip berbeda menunjukkan perbedaan pada uji Duncan level 5%

tinggi (Abrams *et al.*, 1990, Premachandra *et al.* 1992).

Ketahanan Kekeringan Sorgum Manis

Ketahanan tanaman terhadap kekeringan berkorelasi dengan status air, ukuran organ dan hasil tanaman serta tingkat kerusakan sel dan atau organ tanaman. Tanaman merespon cekaman kekeringan dengan berbagai mekanisme. Tanaman tahan kering mempunyai mekanisme ketahanan dengan menjaga kandungan air daun dan potensial air daun tetap tinggi (Clark *et al.*, 2002). Penutupan stomata merupakan respon tanaman paling awal terhadap cekaman kekeringan sebelum terjadi perubahan status air daun (Medrano *et al.*, 2002). Penutupan stomata merupakan mekanisme menjaga status air (Khan *et al.*, 2010).

Perubahan karakter akar dan daun, seperti penutupan stomata, perubahan pertumbuhan akar dan tajuk (berat akar dan tajuk, nisbah akar-tajuk, tabel 1) merupakan bentuk ketahanan atau perlawanannya terhadap cekaman kekeringan melalui mekanisme atau strategi menghindar (*avoidance strategy*) pada aspek pengendalian pertumbuhan.

Kekeringan menyebabkan cekaman oksidatif akibat peningkatan spesies oksigen reaktif (*reactive oxygen species*, ROS) yang menyebabkan penurunan fotosintesis dan hasil (Asada, 1994), dan menyebabkan kerusakan jaringan (Serrano *et al.*, 2001). Respon tanaman terhadap cekaman

kekeringan sangat kompleks, melibatkan perubahan adaptif yang ditunjukkan dengan akumulasi metabolit dengan mensintesis antioksidan (Sairam *et al.*, 1997), senyawa mudah larut (Premachandra *et al.*, 1992), seperti prolin sebagai sistem pertahanan tanaman untuk mencegah kerusakan akibat ROS. Prolin merupakan osmoregulator dan berperan dalam penyesuaian osmotik (Yadav *et al.*, 2004), yang berfungsi menjaga permeabilitas sel (Amaya *et al.*, 1999) dan meningkatkan turgor sel (Serrano *et al.*, 1999) sehingga memperkecil kerusakan klorofil dan karotenoid daun. Perubahan karakter kimia, seperti kandungan prolin merupakan bentuk ketahanan atau perlawanannya terhadap cekaman kekeringan melalui mekanisme atau strategi penyesuaian osmotik (*osmotic adjustment*) pada aspek homeostasis.

Cekaman kekeringan menyebabkan hambatan sintesis dan kerusakan klorofil dan karotenoid sehingga menurunkan kandungan klorofil dan karotenoid daun (tabel 2). Selisih kandungan klorofil dan karotenoid menghasilkan indeks stabilitas klorofil dan karotenoid (tabel 3). Tanaman yang tahan kekeringan mempunyai kandungan klorofil dan karotenoid yang lebih tinggi (Kraus *et al.*, 1995) dengan indeks stabilitas klorofil dan karotenoid tinggi. Terdapat hubungan yang signifikan antara indeks stabilitas klorofil dengan hasil (Yadav *et al.*, 2001), dan indeks stabilitas klorofil dengan ketahanan kekeringan, yaitu semakin kecil penurunan indeks stabilitas klorofil dan karotenoid

Tabel 3. Nilai Indeks Klorofil, Karotenoid, Toleransi, Ketahanan dan Kerentanan berbagai Varietas Sorgum Manis pada Interval Penyiraman Berbeda

VARIETAS	NILAI INDEKS				
	KLOROFIL	KAROTENOID	TOL	SSI	STI
Sorgama Mutiara	Sorgama Mutiara	Sorgama Mutiara	Sorgama Mutiara	Sorgama Mutiara	Sorgama Mutiara
Sorgama 1	71,20 ^{bcd}	65,66 ^{dc}	0,21 ^{abc}	33,55 ^b	1,09 ^c
Sorgama 2	72,97 ^{bc}	63,14 ^{de}	0,19 ^{bc}	19,93 ^{ef}	0,93 ^e
Sorgama 3	68,60 ^{def}	77,66 ^{ab}	0,19 ^{bc}	16,22 ^{fg}	0,81 ^{fg}
Sorgama 4	64,82 ^f	69,63 ^d	0,19 ^{bc}	32,88 ^{bc}	0,99 ^{dc}
Sorgama 5	75,05 ^{abc}	76,478 ^{dc}	0,22 ^{ab}	17,76 ^f	0,83 ^f
Sorgama 6	68,37 ^{def}	79,25 ^{abc}	0,21 ^{abc}	33,88 ^{bc}	1,32 ^b
Sorgama 7	74,48 ^{abc}	75,75 ^c	0,22 ^{ab}	31,28 ^c	1,01 ^d
Sorgama 8	66,34 ^{ef}	76,72 ^{bc}	0,20 ^{abc}	21,24 ^e	0,94 ^e
Sorgama 9	66,60 ^{ef}	68,85 ^d	0,22 ^{ab}	35,51 ^b	1,38 ^a
Sorgama 10	65,55 ^{ef}	76,28 ^{bc}	0,21 ^{abc}	28,67 ^d	0,98 ^{dc}
Kotabum	62,98 ^{efg}	62,48 ^e	0,17 ^c	37,48 ^b	0,69 ^h
Langkaketo	77,74 ^{ab}	81,11 ^{ab}	0,23 ^a	13,22 ^g	1,46 ^a
Numbu	61,07 ^g	63,79 ^{dc}	0,17 ^c	57,16 ^a	0,79 ^g
Rote	69,15 ^{def}	68,76 ^d	0,21 ^{abc}	21,33 ^e	0,93 ^c
PWKTC	79,51 ^{ab}	64,68 ^{de}	0,20 ^{abc}	28,00 ^d	1,05 ^c
PWKTP	68,19 ^{de}	65,66 ^{de}	0,19 ^{bc}	32,39 ^{bc}	1,01 ^d

Keterangan: Angka dalam kolom klorofil, karotenoid, TOL, SSI dan STI yang diikuti superskrip berbeda menunjukkan perbedaan pada uji Duncan level 5%.

(klorofil dan karotenoid lebih stabil) akan semakin besar hasil panen dengan kemampuan ketahanan kekeringan yang tinggi.

Nilai indeks stabilitas klorofil yang tinggi menunjukkan ketahanan kekeringan yang tinggi pada tanaman gandum (Kraus *et al.*, 1995), *grainsorghum*, *sweet sorghum* dan *broomcorn* Kristanto *et al.*, 2011). Oleh karena itu, Yadav *et al.* (2004) mengusulkan bahwa indeks stabilitas klorofil dapat digunakan sebagai kriteria seleksi secara cepat dan akurat dalam skrining genotipe tanaman tahan kekeringan.

Ketahanan kekeringan merupakan hasil relatif dari suatu genotipe atau varietas dibandingkan dengan genotipe atau varietas lain yang diperlakukan cekaman kekeringan yang sama (Hall, 1993), yang diukur dengan ketahanan (*tolerance*, TOL) (Fernandez, 1992) dan indeks kerentanan (*stress susceptibility index*, SSI) (Blum, 1988; Fernandez, 1992) dan indeks ketahanan cekaman (*Stress Tolerance Index*, STI) yang menunjukkan derajat ketahanan atau kerentanan terhadap kekeringan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap varietas sorgum manis berbeda TOL, SSI dan STI (tabel 3). Varietas dengan penurunan hasil rendah akibat cekaman kekeringan menunjukkan toleransi (TOL) dan indeks ketahanan (STI) tinggi (Fernandez, 1992), indeks kerentanan (SSI) rendah (Fischer dan Maurer, 1978) dan atau derajat stabilitas klorofil dan karotenoid tinggi. Varietas sorgum manis yang tahan kekeringan ditunjukkan dengan kandungan prolin, dan indeks klorofil, karotenoid, TOL dan STI yang tinggi atau SSI rendah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sorgum manis varietas langkaketo dan sorgama mutiara mempunyai toleransi dan indeks ketahanan, stabilitas klorofil dan karotenoid yang lebih tinggi, dan indeks kerentanan yang lebih rendah dibanding yang lain, sehingga dapat disimpulkan bahwa varietas langkaketo dan sorgama mutiara lebih tahan kering dibanding yang lain.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa cekaman kekeringan menurunkan berat kering akar dan tajuk, kandungan klorofil dan karotenoid, tetapi meningkatkan kandungan prolin daun dan nisbah akar-tajuk. Varietas sorgum manis dengan kandungan prolin daun yang tinggi, indeks klorofil, karotenoid, TOL, SSI dan I yang tinggi mengindikasikan tahan kekeringan. Varietas langketo dan kotabum lebih tahan kering dibanding yang lain. Sorgum manis mengembangkan mekanisme strategi ketahanan secara simultan, dalam penelitian ini strategi menghindar (*avoidance strategy*) dan toleran, melalui penyesuaian osmotik (*osmotic adjustment*).

DAFTAR PUSTAKA

- Abrams, M. D., M. E. Kubiske and K. C. Steiner, 1990: Drought adaptations and responses in five genotypes of *Fraxinus pennsylvanica* Marsh: Photosynthesis, water relations and leaf morphology Tree Physiol 6,305-315.
- Amaya, I., M. A. Botella, M. De La Calle, M. I. Medina, A. Heredia, R. A. Bressan, P. M. Hasegawa, M. A. Quesada and V. Valpuesta. 1999. Improved germination under osmotic stress of tobacco plants overexpressing a cell wall peroxidase. FEBS Letters 457, 80-84
- Awal, M.A. and T. Ikeda, 2002. Recovery strategy following the imposition of episodic soil moisture deficit in stands of peanut (*Arachis hypogaea L.*). J.Agronomy & Crop Science 188: 185-192.
- Asada K. 1992. Askorbat peroksidase – proxidehidrogen scavenging enzim pada tumbuhan. Physiol Plant 55: 235-241.
- Bates, L.S., R.P. Waldren & I.D. Teare (1973). Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil, 39, 205-207.
- Blum A (1996) Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. J Plant Growth Regul 20: 135–148.
- Clark, L.J., R. E. Cope, W. R. Whalley, P. B. Barraclough, and L. J. Wade. 2002. Root penetration of strong soil in rainfed lowland rice: comparison of laboratory screens with field performance. FieldCrops Res. 76: 189-198.
- Decov, I., T. Tsonev and I. Yordanov, 2000. Effects of water stress and hightemperature stress on the structure and activity of photosynthetic apparatusof *Zea mays* and *Helianthus annuus*. Photosynthetica 38: 361-366.
- de Lacerda, F. C., J. Cambraia, O. M. Antonio and H. A. Ruiz. 2007. Changes in growth and in solute concentrations in sorghum leaves and roots during salt stress recovery (<http://www.ref doc.fr>).

- Fernández G.C.J., 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Kuo C.G. (Ed.), *Proceedings of the International Symposium on "Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress"*, Chapter 25, Taiwan, 13-16 August, p. 257-270.
- Fischer R.A. and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield response. In: *Aust. J. Agric. Res.*, 29, p. 897-912.
- Hall, A. E. 1993. Is dehydration tolerance relevant to genotypic differences in leaf senescence and crop adaptation to dry environments. In: Close TJ and Bray EA (eds) *Plant Responses to cellular Dehydration during environmental stress*, 1-10
- Haryadi, S. S. dan S. Yahya. 1988. Fisiologi Stres Lingkungan. PAU. Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor
- Hendry, G., J.D. Houghton and S. B. Brown, 1987. The degradation of chlorophyll a biological enigma. *New Phytologist*, 107: 255-302.
- Kaya, C., L. Tuna, and D. Higgs. 2006. Effect of silicon on plant growth and mineral nutrition of maize grown under water-stress condition. *Journal of Plant Nutrition*. 29: 1469-1480.
- Khan, H.R., J.G. Paull, K.H.M. Siddique and FL. Stoddard, 2010. *Faba bean breeding for drought-affected environments: A physiological and agronomic perspective. Review*. *Field Crops Research* 115: 279-286.
- Khayatnezhad, M., R.Gholamin, S. J. Somarin and R. Z.Mahmoodabad. 2011. Theleaf chlorophyll content and stress resistance relationship considering in Corn cultivars (*Zea.Mays*).*Advances in Environmental Biology*, 5(1): 118-122, 2011
- Kramer, P.J. and J.S. Boyer, 1995. *Water relation of plant and soils*. AcademicPress, San Diego.
- Kraus T.E., B.D. McKersie and R.A. Fletcher, 1995. Paclobutrazole induced tolerance of wheatleaves to paraquat may involve antioxidant enzyme activity. *Journal of Plant Physiology*, 145: 570-576.
- Kristanto. B. A., A.Darmawati,dan E.Fuskah. 2012. Peningkatkan Ketahanan Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) terhadap Kekeringan dengan Aplikasi Silika. Fakultas Peternakan dan Pertanian, Undip.
- Liu., J. J., S. H. Lin, P. I. Xu, X. J. Wang and J. G. Bai. 2009. Effects of Exogenous Silicon on the Activities of Antioxidant Enzymes and Lipid Peroxidation in Chilling-Stressed Cucumber Leaves. *Agricultural Sciences in China*, 8(9): 1075-1086.
- Medrano, H. J.M.Escalona, J. Bota, J. Gulias and J. Flexas, 2002. *Regulation of photosynthesis of C3 plant in response to progressive drought stomatalconductanse as reference parameter*. *Ann. Bot.* 89: 895-905.
- Nayyar, H. and D. Gupta, 2006. *Differential sensitivity of C3 and C4 plants to water deficit stress: association with oxidative stress and antioxidants*. *J.Env. and Exp. Botany* 58: 106-113.Nayyar, H. and D. Gupta, 2006. *Differential sensitivity of C3 and C4 plants to water deficit stress: association with oxidative stress and antioxidants*. *J. Env. and Exp. Botany* 58: 106-113.
- Guha, G., D. Sengupta, G.H. Rasineni and A.R. Reddy, 2009. *An integrated diagnostic approach to understand drought tolerance in mulberry (Morusindica L.) Flora*, doi: 10.1016/j.flora.2009.01.004
- Pramono, I. B. 2012. Effect of Climate on Water Yield in Central Java, East Java and East Bali. Seminar: Toward Climate Adaptation Strategy Management of Hydrology and Agricultural System. UNS-Gifu University, Japan, Surakarta, 20 November 2012.
- Premachandra G. S., H. Saneoka, K. Fujita and S. Ogata, 1995. Leaf water relations and solute accumulation in two-grain sorghum lines exhibiting contrasting drought tolerance. *Journal of Experimental Botany* 46, 1833-1841.
- Premachandra, G. S., H. Saneoka, K. Fujita and S. Ogata, 1992: Leaf water relations, osmotic adjustment, cell membrane stability, epicuticular wax load and growth as affected by increasing water deficits in sorghum. *J. Exp. Bot.* 43, 1569-1576.

- Pierce, M. and K. Raschke, 1980: Correlation between loss of turgor and accumulation of abscisic acid in detached leaves. *Planta* 148, 174-182.
- Quarrie, S. A. and H. G. Jones, 1979: Genotypic variations in leaf water potential, stomatal conductance and abscisic acid concentration in spring wheat subjected to artificial drought stress. *Ann. Bot.* 44, pp. 323.
- Reddy, A.R., K.V. Chaitanya and M. Vivekanandan, 2004. *Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants.* *Plant Physiol.* 161: 1189-1202.
- Sairam, R.K., 1994. Effect of moisture stress on physiological activities of two contrasting wheat genotypes. *Indian Journal of Experimental Biology*, 32: 594-597.
- Samson, B.K., M. Hasan, and L. J. Wade. 2002. Penetration of hardpans by rice lines in the rainfed lowlands. *Field Crops Res.* 76:175-188.
- Serrano, R., J.M. Mulet, G. Rios, J.A. Marquez and I.F. de Larrinoa *et al.*, 1999. A glimpse of the mechanism of ion homeostasis during salt stress. *J. Exp. Bot.*, 50: 1023-1036..
- Steudle, E. 2000. Water uptake by roots: effect of water deficit. *Journal of Experimental Botany*, vol.51. (350): 1531-1542.
- Sudhakar, B. T, T. A.khtar, M. A. Lampi S. Tripuranthakam, D. G. Dixon and B. M. Greenberg. 2003. Similar stress responses obtained by copper and ultraviolet radiation in the Aquatic Plant Lemna gibba: implication of Reactive Oxygen Species as Common Signals. *Plant & Cell Physiology*. Vol.44, Iss.12, hlm 1320-1329).
- Szabados, L., and A. Savoure. 2010. Proline: a multifunctional amino acid. *Trends in Plant Science*. Vol. 15 (2): 89-97. (abstract).
- Taiz, L. and E. Zeiger, 1998. *Plant physiology*. Sinauer Associates, Massachusetts. 792 p.
- Turner, N. C. and J. E. Begg, 1981: Plant water relations and adaptation to stress. *Plant and Soil* 58, 97-131
- Xie, T, S. Peixi and S. Lishan. 2010. Photosynthetic characteristics and water use efficiency of sweet sorghum under different watering regimes. *Pak. J. Bot.*, 42(6): 3981-3994.
- Yadav, O.P., and S. K. Bhatnagar. 2001. Evaluation of indices for identification of pearl millet cultivars adapted to stress and non-stress conditions. *Field Crops Res.* 70: 201-208.
- Yadav, R. S., C. T. Hash, F. R. Bidinger, K. M. Devos and C. J. Howarth. 2004. Genomic regions associated with grain yield and aspects of post flowering drought tolerance in pearl millet across stress environments and testers background. *Euphytica*, 136: 256-277.
- Zhao ZY, T. Cai, L. Tagliani, M. Miller, N. Wang, H. Pang, M. Rudert, S. Schroeder, D. Hondred, J. Seltzer and D. Pierce. 2000. *Agrobacterium-mediated* sorghum transformation. *Plant Mol. Biol.* 44: 789-798.
- Zhu H, S. Muthukrishnan, S. Krishnaveni, G. Wilde, J. M. Jeoung and G. H. Liang. 1998. Bioloistic transformation of sorghum using a rice *chitinase* gene. *J. Genet. Breed.* 52: 243-252.

LAPORAN PENELITIAN

EFEK PENAMBAHAN AMMONIUM DAN KALIUM TERHADAP PERTUMBUAHAN LIDAH BUAYA (*Aloe vera* Linn.) PADA MEDIA SALINITAS TINGGI

*Effects Of Supplementary Ammonium And Potassium On The Growth Of Aloe Vera (*Aloe vera* Linn.) Grown On High Salinity*

Amalia Tetrani Sakya, Muji Rahayu, Novi Nur Laila
Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret

ABSTRACT : Salt stress is a limiting factor of plant growth and yield, and becoming a serious problem in the world. Application exogenous of nutrients, antioxidants, and water management provides significant protection against damage caused by salinity. Nitrogen, potassium or phosphorus is nutrient which is possible used to alleviate the impact of salinity so in reason to determine application of ammonium and potassium on growth of aloe vera on media high salinity. The experiment was conducted in a greenhouse Agriculture Faculty of Sebelas Maret University as a factorial in completely randomized experimental design with three replications. The factor were NaCl concentration (60 mM NaCl dan 80 mM NaCl), ammonium dosage (0 kg ha⁻¹, 100 kg ha⁻¹ and 200 kg ha⁻¹NH₄H₂PO₄), and potassium dosage (0 kg ha⁻¹, 120 kg ha⁻¹ and 240 kg ha⁻¹K₂SO₄). The research variables were plant height, leaves number, shoot number, chlorophyl content, and fresh weight. The data were analyzed with F test at 5% level, and if there was a significant differences, continued with DMRT at 5% level. Results showed that growth of aloe vera in media NaCl has not shown any inhibition up to the age of 120 days after planting. The addition of ammonium at 60 mM NaCl conditions increase plant height, the addition 100 kg ha⁻¹ ammonium at 80 mM NaCl media gives the largest fresh weight of aloe vera is 403.33 g. The addition of potassium on salinity stress conditions did not affect the growth of aloe vera

Key Words: Aloe vera, Ammonium, Potassium, Salinity

PENDAHULUAN

Lidah buaya (*Aloe vera* Linn.) merupakan salah satu komoditas pertanian yang mempunyai peluang besar untuk dikembangkan di Indonesia sebagai usaha agribisnis dengan prospek yang cukup menjanjikan, karena lidah buaya memiliki berbagai kandungan gizi dan bahan kimia yang bermanfaat bagi manusia. Glukomannan, aloin dan acemannan merupakan senyawa kimia atau bahan aktif utama yang terkandung dalam lidah buaya yang sangat bermanfaat bagi kesehatan (Wahjono dan Koesnandar, 2005). Gel yang terkandung dalam lidah buaya telah lama digunakan sebagai obat tradisional untuk menyembuhkan luka, sebagai anti-kanker, dan agen anti-virus (Maze *et al.*, 1997; Paez *et al.*, 2000).

Rendahnya produktivitas berbagai komoditas pertanian adalah akibat adanya cekaman lingkungan baik biotik maupun abiotik dan diantara cekaman abiotik, salinitas merupakan salah satu faktor pembatas utama bagi pertumbuhan tanaman dan membatasi produktivitas tanaman. Salinitas yang terjadi pada fase pertumbuhan yang berbeda mungkin akan berakibat yang berbeda terhadap hasil tanaman, karena adanya salinitas mempengaruhi proses-proses fisiologis yang terdapat dalam tubuh

tanaman. Beberapa peneliti melaporkan bahwa terhambatnya pertumbuhan tanaman akibat salinitas diakibatkan terganggunya keseimbangan hormonal (Kuiper *et.al.*, 1990; La Rosa *et. al.*, 1985 dalam Marscher, 1995), ataupun akibat rendahnya potensial osmotik larutan tanah, ketidakseimbangan nutrisi, efek dari spesifik ion, atau kombinasi dari berbagai faktor (Alam 1994, Ashraf dan Harris, 2004). Cekaman salinitas juga sangat mempengaruhi fotosintesis dan menyebabkan stres oksidatif melalui induksi cekaman air, penutupan stomata, toksisitas ion, dan defisiensi K. Kekurangan K pada tingkat sel mungkin menjadi faktor penyumbang terhadap cekaman oksidatif dan kerusakan sel terkait. Oleh karena itu, meningkatkan kandungan K tanaman di bawah cekaman salinitas sangat penting untuk meminimalkan kerusakan sel oksidatif, setidaknya dapat mengurangi pembentukan ROS (reaktif oksigen species) selama berlangsung proses fotosintesis (Cakman, 2005). Cekaman salinitas sangat mempengaruhi metabolisme tanaman dan menyebabkan ketidakseimbangan hara pada bibit Maccedamia (Hue dan McCall, 1989), pada tanaman lidah buaya mengakibatkan penurunan tinggi tanaman, jumlah daun serta jumlah anakan, sedangkan kandungan karbohidrat dan glikosida meningkat (Pasternak *et al.*, 1986).

Hasil berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa aplikasi eksogen osmoprotectants, zat pengatur tanaman, aplikasi hara baik makro maupun mikro, antioksidan, dan pengelolaan air memberikan perlindungan yang signifikan terhadap kerusakan akibat salinitas tergantung dari species, tingkat keparahan dan kondisi lingkungan (Shen *et al.* 1994; Albassam, 2001; Tuna *et. al.* 2007). Penambahan hara makro, seperti Nitrogen, Kalium ataupun Phosphor sangat memungkinkan untuk mengurangi dampak adanya salinitas. Nitrogen berfungsi untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman serta kualitas tanaman yang menghasilkan daun. Nitrogen memegang peranan penting sejumlah proses fisiologis dan juga absorpsi ion-ion lain di dalam tanaman (Lips *et. al.*, 1990). Aplikasi N dalam bentuk ammonium ataupun nitrat menurunkan pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan tunas alfalfa (Eschie *et. al.*, 2002). Kalium berfungsi untuk membantu pembentukan protein dan karbohidrat serta memperkuat tubuh tanaman, disamping itu K merupakan hara makro yang memainkan peran penting terkait dengan perilaku stomata, osmoregulasi, aktivitas enzim dan perkembangan sel (Maschner, 1995). Kaya *et al.* (2001) menunjukkan bahwa salinitas meginduksi peningkatan klorofil dan kerusakan membran serta penurunan produksi pada tomat dapat dikurangi secara signifikan melalui aplikasi pupuk daun K dalam bentuk KH_2PO_4 .

Oleh karena itu tujuan dari penelitian untuk mempelajari pengaruh penambahan ammonium dan kalium terhadap pertumbuhan lidah buaya pada media salinitas tinggi.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai Agustus 2009 di rumah kaca Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta dengan ketinggian tempat 95 meter dpl. Bahan yang digunakan meliputi bibit lidah buaya kultivar lokal, Amonium biFosfat ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$), Natrium Clorida (NaCl) dan Kalium sulfat (K_2SO_4).

Penelitian disusun secara faktorial berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan merupakan kombinasi dari tiga faktor yaitu konsentrasi NaCl , dosis ammonium bi Fosfat dan dosis kalium yang diberikan dalam bentuk kalium sulfat. Konsentrasi NaCl (N) terdiri dari 2 taraf, yaitu 60 mM NaCl (N0) dan 80 mM NaCl (N1), dosis ammonium (H) terdiri dari tiga taraf, yaitu 0 kg/ha $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (H0), 100 kg/ha $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (H1) dan 200 kg/ha $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (H2) dan dosis kalium (K) terdiri dari tiga taraf yaitu 0 kg/ha K_2SO_4 (K0), 120 kg/ha K_2SO_4 (K1) dan 240 kg/ha K_2SO_4 (K2). Masing-masing kombinasi perlakuan diulang tiga kali.

Variabel pengamatan meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah anakan total, tebal dan lebar daun, kandungan khlorofil diukur dengan SPAD, dan berat brangkasas basah. Semua variebel pengamatan diamati dan diukur pada saat panen (120 hari setelah tanam, hst). Data yang diperoleh diuji normalitasnya, dan selanjutnya dianalisis dengan analisis ragam dan apabila terdapat perlakuan yang menunjukkan pengaruh nyata terhadap peubah yang diukur dilanjutkan dengan DMRT 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

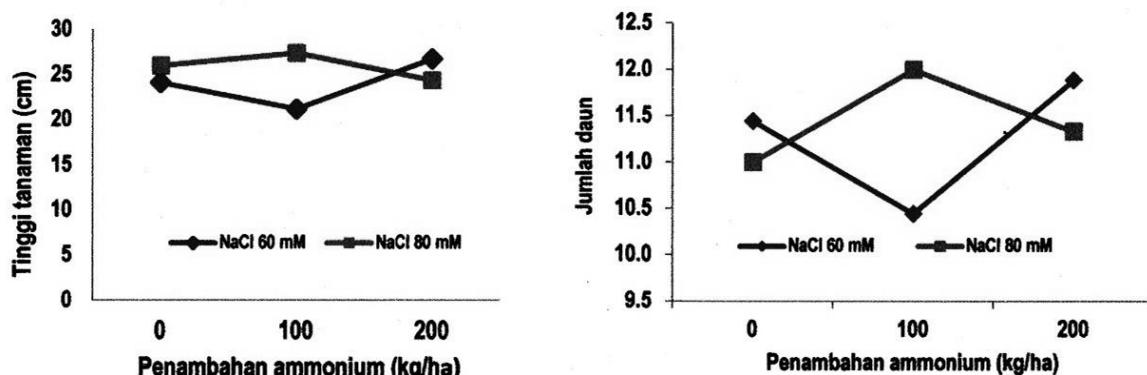
Hasil analisis ragam tinggi tanaman pada saat tanaman berumur 120 hst menunjukkan bahwa interaksi antara NaCl , nambaham ammonium maupun kalium tidak berpengaruh nyata, interaksi antara NaCl dan penambahan ammonium dan interaksi antara ammonium dan kalium berpengaruh nyata. Tabel 1 menunjukkan rata-rata tinggi tanaman lidah buaya pada umur 120 hst. Pada media 60 mM NaCl , tanaman lidah buaya tertinggi terdapat pada perlakuan penambahan ammonium 120 kg/ha dan kalium 120 atau 240 kg/ha, sedangkan pada media 80 mM NaCl , lidah buaya yang tertinggi terdapat pada penambahan kalium 240 kg/ha tanpa penambahan ammonium. Hal ini menunjukkan bahwa pada media 60 mM, penambahan ammonium dan kalium mampu mengurangi dampak terhambatnya pertambahan tinggi lidah buaya, hal ini mungkin disebabkan karena kalium merupakan salah satu unsur yang dapat digunakan sebagai sumber kekuatan bagi tanaman dalam menghadapi cekaman salinitas. juga Hal ini sejalan dengan hasil yang diperoleh pada tanaman ketimun, cabai maupun bayam yang ditanam pada salinitas tinggi bahwa penyemprotan K dalam bentuk KH_2PO_4 mampu memitigasi kerusakan akibat cekaman salinitas (Kaya *et al.*, 2001a, 2001b).

Dari pola interaksi antara NaCl dengan ammonium (gambar 1) menunjukkan bahwa pada media NaCl yang berbeda, dengan adanya penambahan ammonium memberikan respon tinggi tanaman yang berbeda. Pada media NaCl 60 mM, penambahan ammonium sampai dengan 200 kg/ha meningkatkan tinggi tanaman, sedangkan pada media NaCl 80 mM, dengan penambahan ammonium 100 kg/ha tanaman tidak menunjukkan pertambahan tinggi yang berarti, bahkan pada penambahan ammonium 200 kg/ha, justru menurunkan tinggi tanaman lidah buaya. Hal ini menunjukkan bahwa pada media NaCl 60 m, tanaman lidah buaya lebih responsif dengan adanya penambahan ammonium.

Tabel 1. Rata-rata tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman lidah buaya umur 120 hst pada media salinitas tinggi.

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)			
	Kalsium (kg/ha)			
NaCl (mM)	Ammonium (kg/ha)	0	120	240
60	0	21.00	22.50	28.83
	100	21.83	22.33	19.33
	120	26.23	27.00	27.00
80	0	19.50	29.00	29.40
	100	30.73	26.00	25.33
	120	22.10	27.97	23.00

Keterangan: Hasil anova pada tinggi tanaman, berpengaruh nyata pada interaksi NaCl dengan penambahan ammonium, interaksi antara ammonium dan kalium pada uji F 5%.



Gambar 1. Pengaruh interaksi NaCl dan penambahan ammonium terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun lidah buaya umur 120 hst.

Jumlah, Lebar dan Tebal Daun

Hasil analisis sidik ragam pada jumlah daun lidah buaya pada umur 120 hst menunjukkan bahwa hanya interaksi NaCl dengan penambahan ammonium yang berpengaruh nyata, sedangkan interaksi antara penambahan NaCl, ammonium maupun kalium, penambahan NaCl dan kalium, penambahan ammonium dan kalium tidak berpengaruh nyata. Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata jumlah daun lidah buaya pada umur 120 hst berkisar antara 10 – 13 buah. Interaksi antara NaCl dan ammonium menunjukkan adanya pola respon yang berbeda (gambar 1). Pada media 60 mM NaCl, penambahan ammonium 100 kg/ha menurunkan jumlah daun, sedangkan penambahan 200 kg/ha mampu menaikkan jumlah daun. Tetapi pada media 80 mM NaCl, penambahan ammonium 100 kg/ha menaikkan jumlah daun dan penambahan 200 kg/ha menurunkan jumlah daun. Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi yang lebih stress, adanya penambahan ammonium sampai dengan 100 kg/ha tanaman mampu membentuk daun yang lebih banyak dibandingkan tanpa penambahan ammonium. Pada kondisi dengan 60 mM NaCl,

kemampuan tanaman lidah buaya membentuk daun terhambat, dan dengan penambahan ammonium sampai 100 kg/ha tanaman belum mampu kembali normal dan penambahan ammonium sampai 200 kg/ha mampu meningkatkan pembentukan daun.

Hasil analisis tebal dan lebar daun menunjukkan tidak adanya pengaruh interaksi yang nyata baik antara NaCl dengan penambahan ammonium dan kalium, interaksi NaCl dengan ammonium, NaCl dengan kalium maupun penambahan ammonium dengan kalium. Pengaruh yang nyata hanya ditunjukkan pada perlakuan NaCl.

Rata-rata tebal daun pada media 60 mM NaCl 0.91 cm berbeda nyata dengan tebal daun pada media 80 mM NaCl yang mempunyai rata-rata tebal daun 1.03 cm. Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi yang lebih stress, terjadi meningkatkan ketebalan daun. Rata-rata lebar daun pada media 60 mM NaCl dengan penambahan ammonium dan kalium berkisar antara 2.7 cm sampai dengan 4.1 cm dan rata-rata lebar daun pada media 80 mM NaCl dengan penambahan ammonium dan kalium berkisar antara 2.9 cm sampai dengan 4.23 cm.

Tabel 2. Rata-rata jumlah, tebal dan lebar daun tanaman lidah buaya umur 120 hari setelah tanam pada kondisi stress salinitas

NaCl (mM)	Ammonium (kg/ha)	Jumlah daun			Tebal daun (cm)			Lebar daun (cm)		
		Kalium (kg/ha)			Kalium (kg/ha)			Kalium (kg/ha)		
		0	120	240	0	120	240	0	120	240
60	0	11	11	12	0.87	0.73	0.93	2.73	3.07	3.40
	100	10	11	10	0.73	0.95	0.87	2.70	3.17	3.50
	120	11	12	12	1.20	0.93	0.97	4.03	4.10	3.90
80	0	10	12	11	0.67	1.07	1.23	2.90	4.00	3.67
	100	13	11	12	1.05	1.00	1.10	3.87	3.53	3.40
	120	11	12	11	1.07	1.00	1.13	3.63	4.23	3.50

Keterangan: Hasil anova pada tebal daun hanya berpengaruh nyata pada NaCl pada uji F 5%.

Hasil anova pada lebar daun, semua perlakuan tidak berpengaruh nyata pada uji F 5%.

Tabel 3. Rata-rata kehijauan daun tanaman lidah buaya umur 120 hari setelah tanam pada media salinitas.

NaCl (mM)	Ammonium (kg/ha)	Kalium (kg/ha)		
		0	120	240
60	0	15.07	24.70	14.03
60	100	17.67	16.23	18.97
60	200	11.20	15.40	14.83
80	0	19.97	11.70	7.77
80	100	7.67	12.87	15.90
80	200	17.47	16.80	12.97

Keterangan: Hasil anova pada kandungan klorofil, semua perlakuan tidak berpengaruh nyata pada uji F 5%.

Kehijauan Daun

Hasil analisis terhadap kehijauan daun lidah buaya menunjukkan tidak adanya pengaruh interaksi yang nyata baik antara NaCl dengan penambahan ammonium dan kalium, interaksi NaCl dengan ammonium, NaCl dengan kalium maupun penambahan ammonium dengan kalium, maupun perlakuan tunggal masing-masing. Rata-rata kandungan klorofil pada media 60 mM NaCl dengan penambahan ammonium dan kalium berkisar antara 11.2 cm sampai dengan 24.7 cm dan rata-rata lebar daun pada media 80 mM NaCl dengan penambahan ammonium dan kalium berkisar antara 7.67 sampai dengan 19.97 cm. Hal ini menunjukkan bahwa kadar klorofil tidak dipengaruhi oleh salinitas (Tabel 3).

Sitompul dan Guritno (1995) menyatakan bahwa daun yang tebal diprediksi memiliki kandungan enzim ribulose bifosfat dan klorofil yang tinggi daripada daun yang tipis. Jadi dapat dianalogkan bahwa pada kandungan klorofil yang tinggi daun akan memiliki ketebalan yang lebih besar daripada daun yang memiliki kandungan klorofil rendah. Hasil pengamatan jumlah klorofil dalam tanaman didapatkan bahwa jumlah klorofil masing-masing kombinasi perlakuan tidak berbeda nyata.

Jumlah Anakan

Banyaknya jumlah anakan yang tumbuh merupakan salah satu parameter yang dapat digunakan untuk mengetahui pertumbuhan tanaman. Hasil analisis terhadap jumlah anakan lidah buaya menunjukkan tidak adanya pengaruh interaksi yang nyata baik antara NaCl dengan penambahan ammonium dan kalium, interaksi NaCl dengan ammonium, NaCl dengan kalium maupun penambahan ammonium dengan kalium, maupun perlakuan tunggal masing-masing. Rata-rata jumlah anakan pada media 60 mM NaCl maupun 80 mM NaCl dengan penambahan ammonium dan kalium berkisar 1- 3. Hal ini menunjukkan bahwa stress salinitas sampai dengan 80 mM belum menunjukkan penghambatan pembentukan jumlah anakan lidah buaya. Penambahan ammonium dan kalium pada kondisi stress juga tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap pembentukan jumlah anakan (Tabel 4)

Berat Segar Tanaman

Biomassa tanaman merupakan ukuran yang paling tepat untuk menggambarkan dan mempelajari tanaman. Biomassa (berat) relatif mudah diukur dan merupakan pernyataan kesatuan dari hampir semua peristiwa yang dialami selama pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Sitompul dan Guritno, 1995). Berat segar hampir seluruhnya disebabkan

Tabel 4. Rata-rata jumlah anakan dan berat segar tanaman lidah buaya umur 120 hari setelah tanam pada media salinitas.

NaCl (mM)	Perlakuan	Jumlah anakan			Berat segar tanaman (g)		
		Kalium (kg/ha)			Kalium (kg/ha)		
	Ammonium (kg/ha)	0	120	240	0	120	240
60	0	1.67	1.33	1.67	126.67	133.33	240.00
	100	2.33	1.00	2.33	121.67	170.00	118.33
	120	1.67	3.00	2.33	278.33	261.67	296.67
80	0	0.33	1.33	4.67	96.67	326.67	343.33
	100	3.00	2.67	5.33	403.33	233.33	200.00
	120	1.00	2.67	1.67	166.67	276.67	261.67

Keterangan: Hasil anova pada jumlah anakan dan berat segar tanaman, semua perlakuan tidak berpengaruh nyata pada uji F 5%.

pengambilan air oleh tanaman, dengan kata lain efektivitas penyerapan air oleh tanaman serta peranannya dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman dicerminkan oleh berat segar brangkasannya (Prawiranata *et al.*, 1981). Goldworthy dan Fisher (1992) mengatakan bahwa faktor yang paling besar pengaruhnya terhadap berat segar tanaman adalah kandungan air dalam tanaman itu sendiri dan faktor yang menentukan berat segar tanaman adalah semua komponen vegetatif tanaman diantaranya tinggi, jumlah daun, diameter batang.

Berdasarkan hasil uji F diketahui bahwa semua perlakuan dan interaksinya tidak berpengaruh nyata terhadap berat brangkas basah tanaman lidah buaya. Pada media NaCl 60 mM rata-rata berat brangkas basah tanaman lidah buaya tertinggi (296.67 g) diperoleh dengan adanya penambahan ammonium 120 kg/ha dan kalium 240 kg/ha dan yang terendah (121.67 g) terdapat pada tanaman lidah buaya dengan aplikasi 100 kg/ha ammonium tanpa penambahan kalium. Pada media NaCl 80 mM, tanpa adanya penambahan ammonium dan kalium mengakibatkan penurunan berat segar tanaman, sedangkan dengan adanya penambahan 100 kg/ha ammonium tanpa penambahan kalium menghasilkan berat segar tanaman lidah buaya yang tertinggi (403.33 g).

KESIMPULAN

- Pertumbuhan tanaman lidah buaya pada baik pada media 60 mM maupun 80 mM NaCl belum menunjukkan adanya penghambatan pertumbuhan sampai dengan umur 120 hari setelah tanam.
- Penambahan ammonium pada media 60 mM NaCl meningkatkan tinggi tanaman
- Penambahan ammonium 100 kg/ha pada media 80 mM NaCl memberikan berat segar lidah buaya yang terbesar yaitu 403,33 g

4. Penambahan kalium pada kondisi stress salinitas tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman lidah buaya

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian berlangsung atas dana hibah penelitian DIKTI.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, S.M. 1994. Nutrient uptake by plants under stress condition. In: Pessarakli M (ed) Handbook of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker, New York, pp 227–243
- Albassam, B.A. 2001. Effect of nitrate nutrition on growth and nitrogen assimilation of Pearl Millet exposed to sodium chloride stress. J Plant Nutr 24:1325–1335.
- Ashraf, M., and P.J.C. Harris. 2004. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. Plant Sci 166: 3–16.
- Cakman. 2005. The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. J. Plant Nutr. Soil Sci 168: 521–530
- Esechie, H.A. B. Al-Barhi and S.Al-Gheity. 2002. Root and shoot salinity-stressed alfalfa in responses to nitrogen source. J. Plant Nutrition 25:25559-2569
- Goldworthy dan Fisher (1992). Fisiologi Tanaman Budidaya Tropik. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hue, N.V. and W.W. McCall. 1989. Soil salinity and the growth of Macadamia seedlings. J Plant Nutrition 12: 449-464.

- Kaya, C., H. Kirnak, D. Higgs. 2001a. Effects of supplementary potassium and phosphorus on physiological development and mineral nutrition of cucumber and pepper cultivars grown at high salinity (NaCl). *J. Plant Nutr* 24: 1457–1471.
- Kaya, C., D. Higgs, H. Kirnak. 2001b. The effect of high salinity (NaCl) and supplementary phosphorus and potassium on physiological and nutrition development of spinach. *Bulg. J. Plant Physiol* 27(3-4):47-59.
- Lips, S.H, E.O. Leidi, M. Siberbush, M.I. Soares and O.E.M. lewis. 1990. Physiological aspects of ammonium and nitrate fertilizer. *J Plant Nutrition* 13: 1271-1239.
- Marschner, H., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Second Ed. Academic Press Ltd., London. 889 p.
- Maze, G., R.N. Terpolilli, M. Lee. 1997. Aloe vera extract prevents aspirin-induced acute gastric mucosal injury in rats. *Med Sci Res.* 25: 765–766
- Munns, R. and M. Tester. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Annu Rev Plant Biol* 59:651–668.
- Paez, A., G. M. Gebre, M.E. Gonzales, T.J. Tschaplinski. 2000. Growth, soluble carbohydrates, and aloin concentration of Aloe vera plants exposed to three irradiance levels. *Environ Exp Bot.* 44: 133–139
- Pasternak, D., J.A. Aronson, J.B. Dov. 1986. Development of new arid zone crops (Aloe sp.) for the Negev desert of Israel. *J. Arid Environments, (Abst. on Tropical Agri)*. 12.
- Prawiranata, S. Haran dan P. Tjondronegoro. 1981. Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan II. Departemen Botani Fakultas Pertanian IPB. Bogor
- Shen, D., Q. Shen, Y. Liang, Y. Liu. 1994. Effect of nitrogen on the growth and photosynthetic activity of salt-stressed barley. *J Plant Nutr* 17:787–799.
- Sitompul, S. M., dan B. Guritno. 1995. Analisis Pertumbuhan Tanaman. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Tuna A.L., C. Kayab, M. Ashraf, H. Altunlu, I. Yokas, B. Yagmur. 2007. The effects of calcium sulphate on growth, membrane stability and nutrient uptake of tomato plants grown under salt stress. *Environ Exp Bot* 59:173–178.
- Wahjono, E. dan Koesnandar.b2002. Mengembangkan Lidah Buaya Secara Intensif. Kerjasama Balai Pengkajian Bioteknologi, BPPT dengan Agromedia Pustaka. Depok, Jawa Barat.

LAPORAN PENELITIAN

RESPON BEBERAPA VARIETAS TOMAT TERHADAP CEKAMAN KEKERINGAN

(Response Of Some Tomato Varieties To Drought Stress)

Vinni D Tome*, Amalia Tetrani Sakya**

*Jurusan Tanaman Pangan dan Hortikultura Politeknik Pertanian Negeri Kupang

** Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Negeri Solo

ABSTRACT : Drought stress is one of the factors limiting the growth and development of tomato plants because it can reduce results. This study aims to determine the response of some tomato varieties to drought stress. The experiment was conducted at the experimental farm of the Faculty of Agriculture the University of Gadjah Mada (UGM) Banguntapan, Yogyakarta and Laboratory of the Faculty of Agriculture. The results show drought stress in tomatoled to a decrease in leaf relative water content, leaf area and yield fruit, but increased total chlorophyll content. Tyrana varieties have a higher yield than other varieties.

Key Words : Tomatoes, Varieties, Drought Stress.

PENDAHULUAN

Tomat merupakan salah satu tanaman serbaguna yang dapat dikonsumsi secara segar maupun dalam bentuk olahan. Tomat dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan, bahan baku industri, obat-obatan, hingga kosmetik (Cahyono, 2008). Tanaman tomat adalah salah satu komoditas sayuran yang sangat potensial untuk dikembangkan, dapat dibudidayakan secara luas di dataran rendah sampai dataran tinggi (Setiawati *et al.*, 2001).

Upaya pengembangan dan perakitan varietas tomat dengan potensi hasil yang tinggi terus dilakukan untuk memenuhi kebutuhan tomat. Umumnya varietas tomat yang dibudidayakan akan berproduksi tinggi pada kondisi lingkungan yang optimum bagi pertumbuhan dan perkembangannya. Pada kenyataannya saat tanaman dibudidayakan di lahan maka tanaman tersebut akan berpeluang terpapar pada kondisi lingkungan yang tidak optimum selama fase hidupnya. Salah satu kondisi sub optimum yang sering membatasi pertumbuhan dan perkembangan tomat adalah kekurangan air atau cekaman kekeringan.

Kekeringan merupakan faktor pembatas tanaman yang akan menurunkan hasil hingga 50%. Secara umum cekaman kekeringan menyebabkan terjadinya perubahan terhadap anatomi, morfologi, fisiologi dan biokimia tanaman yang kemudian akan berpengaruh pada pertumbuhan dan hasil tanaman (Kramer, 1983). Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa kekeringan menyebabkan penurunan pertumbuhan dan hasil pada tanaman. Çakir (2004) melaporkan kekeringan pada jagung selama fase pertumbuhan sensitif mengakibatkan penurunan bobot kering tanaman (28-32%) dan hasil biji per tanaman (40%). Hasil penelitian

Subramanian *et al.*, (2005) menunjukkan kekeringan sedang (75% irigasi) hingga kekeringan berat (50%) menurunkan secara signifikan hasil buah tomat sebesar 40%). Perbedaan irigasi pada tomat menyebabkan penurunan hasil tomat (ton/ha) pada genotip dengan hasil tertinggi sebesar 14 – 46%, sedangkan penurunan pada genotip dengan hasil terendah sebesar 2 – 14% (Wahb-Allah *et al.*, 2011).

Pada saat tanaman mengalami cekaman kekeringan maka akan terjadi penyesuaian morfologi atau fisiologi sebagai respon terhadap cekaman kekeringan. Penyesuaian yang dilakukan oleh tanaman terhadap kekeringan sangat bergantung pada tingkat cekaman yang dialami, lamanya cekaman, fase pertumbuhan tanaman saat mengalami cekaman, serta jenis atau varietas tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon beberapa varietas tomat terhadap cekaman kekeringan.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di kebun percobaan Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada (UGM) Banguntapan Yogyakarta dan Laboratorium Fakultas Pertanian UGM yang berlangsung sejak Oktober 2012 – Februari 2013. Materi yang digunakan antara lain benih tomat "Mirah", "Zamrut", "Ratna", "Permata", "Tombatu", "Tyrana", dan "Tymoti", tanah regosol yang berasal dari kebun percobaan Banguntapan, pupuk urea, SP-36, KCL, pupuk kandang. Alat-alat yang digunakan meliputi oven, *leaf area meter*, spectronic 21D, kamera digital.

Penelitian menggunakan rancangan split splot (petak terpisah), dimana *main plot* (petak utama)

adalah interval penyiraman sebagai perlakuan kekeringan dan sub plot (anak petak) adalah varietas dengan 3 blok sebagai ulangan. Petak utama percobaan adalah pemberian air yang terdiri dari 4 level penyiraman: 1, 2, 4, dan 8 hari sekali. Anak petak adalah Varietas tomat yang terdiri dari 7 level yaitu: "Zamrut", "Permata", "Mirah", "Tombatu", "Tyrana", "Ratna" dan "Tymoti".

Media tanam menggunakan polibag yang memiliki kapasitas 10kg media tanam. Media tanam menggunakan tanah regosol yang dicampur pupuk kandang dengan dosis 10 ton/ ha. Benih tomat disemaikan hingga berumur ± 3 minggu, atau 2 daun telah terbuka sempurna, lalu dipindahkan ke media penanaman. Pemberian pupuk SP-36 diberikan seluruhnya pada awal penanaman dengan dosis 200 kg/ha setara dengan (1g/polibag), sedangkan pupuk KCl dan Urea masing-masing dengan dosis 100 Kg/ha (0,5 g/polibag) dan 200kg/ha (1g/polibag), diberikan 2 kali (1/2 dosis) yaitu 1 dan 4 minggu setelah pindah tanam. Penyiraman tomat saat pindah tanam hingga umur 3 minggu dilakukan sekali sehari hingga kapasitas lapangan, sedangkan setelah 3 minggu penyiraman tomat dilakukan sesuai perlakuan kekeringan, penyiraman dilakukan pada pagi hari. Pemasangan ajir dilakukan pada saat tanaman tomat mencapai ketinggian 10-15cm untuk mencegah kerobohan tanaman. Pemangkasan dilakukan pada tunas-tunas yang tumbuh pada ketiak daun. Pengendalian hama ulat dikendalikan dengan cara mekanik (ulat yang ditemukan diambil secara manual), namun karena perkembangan ulat semakin tinggi dikendalikan secara kimia dengan insektidida arivo dengan dosis 1 tutup botol/l air. Nematoda dikendalikan dengan Petrofur 3GR, dengan cara disebar di tanah. Panen dilakukan pada saat buah tomat telah matang dan menunjukkan perubahan warna dari hijau menjadi merah atau orange sebanyak 25% dari volume buah tomat. Pemanenan buah tomat masak dilakukan secara bertahap setiap

2-3 hari sekali sampai panen buah terakhir dan atau sampai daun berubah menjadi kuning disesuaikan dengan respon masing-masing varietas tomat.

Parameter yang diamati adalah kadar air nisbih daun, luas daun, kadar klorofil total, berat buah total. Luas daun diukur dengan menggunakan *Leaf Area Meter*, kadar klorofil menggunakan metode Wintermonts dan Demonts 1965.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 menyatakan tidak terdapat interaksi antara pemberian air dengan varietas terhadap kandungan air nisbih daun, penyiraman dan varietas berpengaruh nyata terhadap kadar air nisbih daun. Penurunan kadar air nisbih terjadi seiring dengan meningkat interval penyiraman pada tomat. Interval penyiraman 2, 4 dan 8 hari sekali mengalami penurunan kandungan air nisbih masing-masing 4,0%, 7,7%, dan 11% dibandingkan penyiraman setiap hari. Jumlah air yang dapat diserap oleh tanaman sangat ditentukan oleh jumlah air yang tersedia dalam media tanam. Cha-um *et al* (2010) menyatakan semakin rendah kadar lengas tanah maka semakin rendah pula kandungan air nisbih daun padi. Beberapa hasil penelitian juga menunjukkan kekurangan air berdampak pada penurunan kadar air nisbih gandum dan buncis (Larbi dan Mekliche, 2004; Ghanbari *et al*, 2013).

"Tyrana" memiliki kadar air nisbih daun tertinggi yang berbeda nyata dengan "Zamrut", "Permata", "Mirah", dan "Ratna", namun tidak berbeda nyata dengan "Tombatu" dan "Timoti". Hal ini menunjukkan bahwa "Tyrana" memiliki kemampuan untuk mempertahankan kadar air nisbih yang lebih tinggi dibandingkan dengan varietas yang lain. Kadar air nisbih daun dipengaruhi oleh jumlah air yang diberikan atau yang tersedia pada media tanam. Hasil penelitian Cha-um *et al* (2010) menyatakan terdapat korelasi positif antara

Tabel 1. Kadar air nisbih daun umur 8mst beberapa varietas tomat pada kondisi cekaman kekeringan.

Varietas	Interval Pemberian Air (hari sekali)				Rerata
	1	2	4	8	
Zamrut	82,51	79,12	76,16	72,55	77,59 bc
Permata	83,25	78,62	75,34	72,05	77,32 c
Mirah	81,74	78,95	75,99	73,63	77,58 bc
Tombatu	82,68	79,56	76,45	73,87	78,14 ab
Tyrana	82,44	79,74	77,02	74,73	78,48 a
Ratna	80,86	78,04	75,09	71,88	76,47 d
Tymoti	82,48	78,89	75,76	73,96	77,77 abc
Rerata	82,28	p 78,99	q 75,97	r 73,24	s -
KK (%) = 1,1					

Keterangan : Rerata yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama tidak berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan taraf 5%; (-) tidak ada interaksi.

kadar lengas tanah dengan kandungan air relatif daun pada semua kultivar padi.

Tabel 2 menyatakan tidak terdapat interaksi antara pemberian air dengan varietas terhadap luas daun umur 6mst, interval penyiraman dan varietas berpengaruh nyata terhadap luas daun umur 6mst. Daun merupakan organ fotosintesis yang juga merupakan organ yang lebih peka terhadap kehilangan air akibat cekaman kekeringan. Cekaman kekeringan akan menyebabkan terjadinya penurunan luas daun. Semakin lama interval penyiraman semakin kecil luas daun. Beberapa hasil penelitian yang sama juga menunjukkan bahwa cekaman kekeringan menurunkan luas daun diantaranya cekaman kekeringan parah pada tomat dalam percobaan rumah kaca menurunkan luas daun hingga 50% (Jensen *et al.*, 2010). Selanjutnya kekeringan 50 % kapasitas lapangan menurunkan luas daun buncis hingga 27%. (Jeleel *et al.*, 2008 dan Emam *et al.*, 2009;). Cekaman kekeringan menurunkan luas daun kentang saat panen hingga 42% dibandingkan kontrol (Liu *et al.*, 2006).

Tabel 2. Luas daun (dm^2) umur 6mst beberapa varietas tomat pada kondisi cekaman kekeringan

Varietas	Interval Pemberian Air (hari sekali)*				Rerata
	1	2	4	8	
Zamrut	13,67	15,17	10,67	7,92	11,86 c
Permata	14,47	16,60	9,47	5,13	11,42 c
Mirah	16,14	14,76	14,15	8,82	13,47 bc
Tombatu	12,31	13,90	13,45	7,30	11,74 c
Tyrana	22,42	14,70	21,32	10,08	17,13 a
Ratna	14,45	16,13	8,50	7,57	11,66 c
Tymoti	17,27	17,36	20,44	11,14	16,55 ab
Rerata	15,82	p	15,52	pq	14,00 q 8,28 r -
KK (%) =	10,6				

*Data telah ditransformasi menggunakan $(\log x + 1)$

Keterangan : Rerata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan taraf 5%; (-) tidak ada interaksi

“Tyrana” memiliki luas daun tertinggi yang berbeda nyata dengan varietas lain, namun tidak berbeda nyata dengan “Tymoti”. Daun merupakan organ penting karena merupakan organ fotosintesis yang menghasilkan fotosintat bagi tanaman. semakin besar luasan daunhijau yang mampu dipertahankan oleh tanaman maka semakin tinggi juga fotosintat yang dapat dihasilkan untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Sitompul dan Guritno (1995) menyatakan bahwa luas daun merupakan parameter penting karena laju fotosintesis per satuan tanaman pada kebanyakan tanaman ditentukan sebagian besar oleh luas daun.

Tabel 3 menunjukkan pada kondisi normal atau interval penyiraman 1 hari sekali terbagi menjadi kelompok varietas yang memiliki klorofil total yang lebih tinggi dengan kisaran 0,028 – 0,030 (“Tombatu” dan “Zamrut”) dan kelompok varietas

yang memiliki klorofil total yang lebih rendah dengan kisaran 0,010 – 0,019 (“Permata”, “Mirah”, “Tyrana”, “Ratna” dan “Tymoti”). Pada interval penyiraman 2 hari sekali kelompok varietas yang memiliki klorofil total yang lebih tinggi dengan kisaran 0,026 – 0,027 (“Tyrana” dan “Tymoti”) dan kelompok varietas yang memiliki klorofil total yang lebih rendah dengan kisaran 0,012 – 0,020 (“Zamrut”, “Permata”, “Mirah”, “Tombatu” dan “Ratna”). Interval penyiraman 4 hari sekali kelompok varietas yang memiliki klorofil total yang lebih tinggi dengan kisaran 0,028 – 0,032 (“Zamrut”, “Permata”, “Mirah”, “Ratna”, “Tyrana” dan “Tymoti”) dan kelompok varietas yang memiliki klorofil total yang lebih rendah yaitu 0,022 (“Tombatu”). Interval penyiraman 8 hari sekali kelompok varietas yang memiliki klorofil total yang lebih tinggi dengan kisaran 0,028 – 0,032 (“Mirah”, “Ratna” dan “Tyrana”) dan kelompok varietas yang memiliki klorofil total yang lebih rendah yaitu dengan kisaran 0,018 - 0,025 (“Zamrut”, “Permata”, “Tombatu” dan “Tymoti”).

Klorofil total tidak menunjukkan pola tertentu namun secara umum sebagian besar varietas mengalami peningkatan kadar klorofil total pada interval penyiraman 4 dan 8 hari sekali. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan klorofil dalam bawang merah dan tanaman bitdi bawah cekaman kekeringan, terjadinya peningkatan kandungan klorofil pada tanaman padi varietas toleran dengan peningkatan cekaman kekeringan. Hal ini menunjukkan bahwa varietas yang toleran mampu mengembangkan mekanisme pemeliharaan klorofil yang baik selama terjadi kekeringan sehingga tidak terjadi kerusakan klorofil yang signifikan (Beeflink *et al.*, 1985 cit Arjenaki *et al.*, 2012; Hussein *et al.*, 2008; Sikuku *et al.*, 2010).

Tabel 3. Kadar klorofil total umur 6mst berbagai varietas tomat pada kondisi cekaman kekeringan

Varietas	Interval penyiraman (hari sekali)				Rerata				
	1	2	4	8					
Zamrut	0,030	abcde	0,014	gh	0,031	abcd	0,018	efgh	0,023
Permata	0,019	efgh	0,019	efgh	0,038	a	0,023	cdefg	0,025
Mirah	0,019	efgh	0,020	defgh	0,033	abc	0,028	abcde	0,025
Tombatu	0,028	abcde	0,019	efgh	0,022	cdefg	0,022	cdefg	0,023
Tyrana	0,010	h	0,026	bcd	0,036	ab	0,032	abc	0,026
Ratna	0,016	fgh	0,012	gh	0,028	abcde	0,028	abcde	0,021
Tymoti	0,013	gh	0,027	abcde	0,034	ab	0,025	bcdef	0,025
Rerata	0,019		0,020		0,032		0,025		+
KK (%)	23,23								

Keterangan : Rerata yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama tidak berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan taraf 5%; (+) ada interaksi

Tabel 4. Bobot buah total (g) beberapa varietas tomat pada kondisi cekaman kekeringan

Varietas	Pemberian Air (hari sekali)				Rerata
	1	2	4	8	
Zamrut	647,43	516,35	472,92	454,48	522,80 c
Permata	570,33	486,10	309,19	271,88	409,38 cd
Mirah	891,42	780,76	712,28	422,47	701,73 b
Tombatu	1.036,11	790,47	742,41	466,42	758,85 ab
Tyrana	1.074,85	1.012,76	892,03	613,39	898,26 a
Ratna	393,49	358,01	349,25	312,86	353,40 d
Tymoti	997,07	916,22	732,27	422,20	766,94 ab
Rerata	801,53 p	694,38 pq	601,48 q	423,39 r	-
KK (%)	= 14,54				

Keterangan : Rerata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan taraf 5%; (-) tidak ada interaksi

Tidak terdapat interaksi antara pemberian air dan varietas terhadap bobot total buah. Tabel 4 menunjukkan bobot buah total menurun dengan semakin meningkatnya interval penyiraman. Bobot buah total tertinggi terlihat pada kondisi normal yaitu interval penyiraman 1 hari sekali, kemudian mulai menurun pada interval penyiraman 2 hari sekali namun tidak berbeda nyata dengan kondisi normal. Bobot buah total terus menurun pada interval penyiraman 4 dan 8 hari sekali yang berbeda nyata dengan kondisi normal. Semakin lama interval penyiraman atau semakin besar cekaman kekeringan menyebabkan semakin rendah bobot buah yang dihasilkan.

Bobot buah total tertinggi terlihat pada "Tyrana" yang berbeda nyata dengan "Zamrut", "Permata", "Mirah" dan "Ratna", namun tidak berbeda dengan "Tymoti" dan "Tombatu". "Tyrana" memiliki hasil buah yang lebih tinggi, hal

ini disebabkan karena kemampuannya dalam mempertahankan kadar air nisbih daun, luas daun serta kadar klorofil yang lebih baik dibandingkan varietas yang lain.

KESIMPULAN

Cekaman kekeringan pada tomat menyebabkan penurunan pada kadar air nisbih daun, luas daun dan bobot buah total, namun meningkatkan kadar klorofil total. Varietas Tyrana memiliki hasil yang lebih tinggi dibandingkan varietas yang lain.

Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui respon varietas tomat tersebut pada kondisi cekaman kekeringan yang dicobakan di lahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Chlorophyll Content and Mineral Elements of Wheat (*Triticum aestivum L.*) Varieties. IJACS. 4 (11) : 726-729.
- Cahyono, B. 2008. Tomat: usaha tanid dan penanganan paca panen, edsis revisi. Kanisius, Yogyakarta.
- Çakir, R. 2004. Effect of Water Stress at Different Development Stages on Vegetative and Reproductive Growth of Corn. Field Crops Research. 89 (1) : 1–16
- Cha-Um, S. Y and K, Supaibulwatana. 2010. Water Deficit Stress In The reproductive stage of four indica rice (*oryza sativa l.*) genotypes suriyan. Pak. J. Bot . 42(5): 3387-3398.
- Emam, Y., A. Shekoofa., F. Salehi and A. H. Jalali. 2010. Water Stress Effects on Two Common Bean Cultivars with Contrasting Growth Habits American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. 9 (5): 495 - 499.
- Ghanbari, A. A., Shakiba, M. R., Toorchi, M., Choukan, R. 2013. Morpho-physiological Responses of Common Bean to Water Deficit Stress. European Jurnal of Experimental Biology, 3 (1) : 487-492.
- Hussein, M. M., Kassab, O.M and Abo Ellil, A.A. 2008. Evaluating Water Stress Influence on Growth and Photosynthetic Pigments of Two Sugar Beet Varieties. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, Insinet Publication : 4 (6) : 936-941.
- Jaleel, C. A. P, Manivannan, G, M. A. Lakshmanan, M. Gomathinayagam, R. Panneerselvam. Colloids and Surfaces B. 2008. Alterations in morphological parameters and photosynthetic pigment responses of *Catharanthus roseus* under soil water deficits: Biointerfaces. 61 : 298–303.
- Jensen, C. R., A. Battilani., F. Plauborg., G. Psarras., K. Chartzoulakis., F. Janowiak., R. Stikic., Z. Jovanovic, G. Li., X. Qi., F. Liu., S. E. Jacobsen, and M. N. Andersen. 2010. Deficit irrigation based on drought tolerance and root signalling in potatoes and tomatoes. Agricultural Water Management. 98 : 403 – 413.
- Larbi, A and A. Mekliche. 2004. Relative water content (RWC) and leaf senescence as screening tools for drought tolerance in wheat. Mediterranean rainfed agriculture: Strategies for sustainability. Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens. 60 : 193- 196.
- Liu, F., A. Shahnazari., M, N. A. S. Jacobsen., C, R. Jensen. 2006. Effects of deficit irrigation (DI) and partial root drying (PRD) on gas exchange, biomass partitioning, and water use efficiency in potato. Scientia Horticulturae. 109 : 113–117
- Setiawati, W., Sulastrin, I., Gunawan, O, S. dan N. Gunaeni. 2001. Penerapan Teknologi PHT pada Tanaman Tomat. Balai Penelitian Tanaman Sayuran Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Monografi. 22. ISBN 979- 8304-37-3.
- Sikuku, P. A., Netondo G. W., Onyango J. C. and Musyimi D. 2010. Chlorophyll fluorescence, protein and chlorophyll content of three *merica rainfe d rice varieties under varying irrigation regimes. M. ARPN. Journal of Agricultural and Biological Science.5 (2).*
- Sitompul, S. M dan Guritno, B. 1995. Analisis Pertumbuhan Tanaman. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Subramanian, K.S., Santhanakrishnan, P. and Balasubramanian, P. 2005. Responses of Field Grown Tomato Plants to Arbuscular Mycorrhizal Fungal Colonization Under Varying Intensities of Drought Stress. Scientia Horticulturae 107: 245–253.
- Wahb-Allah, M. A., A. A. Alsadon and A. A. Ibrahi. 2011. Drought tolerance of several tomato genotypes under greenhouse conditions. World Applied Sciences Journal. 15 (7): 933-940.

LAPORAN PENELITIAN

PERKEMBANGAN ORGAN LIMFOID BROILER PERIODE STARTER YANG DIBERI PAKAN STEP DOWN DENGAN KOMBINASI AIR PERASAN JERUK NIPIS SEBAGAI ACIDIFIER

(*Lymphoid Organ Development of Startingbroiler Given Single Step Down Diet With Inclusion of Extracted-Lime Water as Acidifier*)

Jamilah¹, N. Suthama², L.D. Mahfudz²

¹Mahasiswa Magister Ilmu Ternak, ²Fakultas Peternakan dan Pertanian UNDIP

²Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang

E-mail : jamilahdoma@yahoo.com

ABSTRACT: The aim of research is to improve imunne respons in relation to growth of broiler given single step down diet combined with extracted-lime water as acidifier. Treatments were P0 (control diet without step-down), P1 (step down diet), P2 (step-down diet + citric acid 0.8%), P3 (step-down diet + lime acid 0.4 % or 6.9 ml / 100g feed) P4, (step-down diet + lime acid 0.8% or 13.8 ml / 100g feed) and P5 (step-down diet + lime acid 1.2% or 20.7 ml / 100g feed). The parameters measured in the present research were immune responses (percentage of bursa fabricius and spleen) and productivity (body weigh gain). Research were assigned in a completely randomized design with 6 treatments and 4 replications (8 chick each of one week old broiler). The data were subjected to analysis of variance by F test to determine the effect of treatment. If the treatment indicated significant effect it was continued to Duncan test (Steel and Torrie, 1991). The result showed that percentage of spleen and body weigh gain were not significantly different ($P>0.05$), but percentage of bursa fabricius was significantly different ($P <0.05$). Treatment P2 (0.31) showed the highest values and P3 (0.19) was the lowest, and another treatmen were the same. Based on the present study can be concluded that lymphoid organ its activity at the starting period still develop and so feeding acidifier can't affected yet, the activity of those organ both primer lymphoid (bursa fabricius) as well as secunder lymphoid (spleen) but its doen't interfer productivity, since the body weight gain is the same.

Key Words: Broiler, Single Step Down, Extracted Lime Water, Lyphoid Organ, Body Weight Gain.

PENDAHULUAN

Meningkatnya konsumsi daging broiler menjadikan prospek peternakan broiler semakin menjanjikan, namun mengalami kendala dengan mahalnya harga pakan. Biaya pakan peternakan broiler merupakan faktor yang paling penting dibanding faktor lainnya. Harga pakan sangat tergantung pada proporsi bahan sumber protein (hewani) yang digunakan untuk asupan protein. semakin tinggi protein pakan maka makin mahal pula harga pakannya. Penerapan pakan sistem *step down* atau penurunan protein pakan dapat menurunkan biaya produksi dan dari segi fenomena ramah lingkungan dapat menurunkan emisi nitrogen. Penurunan protein pakan bila tidak diiringi penyerapan nutrisi yang baik dapat menyebabkan broiler defisiensi protein yang sangat diperlukan untuk awal pertumbuhan. Oleh karena itu, penurunan protein pakan sebaiknya harus diikuti dengan penyerapan protein melalui penambahan *acidifier*.

Acidifier adalah asam organik yang ditambahkan kedalam pakan atau air minum broiler

dengan menggunakan asam organik. Bahan yang biasa digunakan sebagai *acidifier* adalah asam sitrat. Penelitian Islam *et al.* (2008) melaporkan bahwa pemberian asam sitrat dalam pakan mampu memberi efek positif pada bobot badan, konsumsi pakan dan efisiensi pakan pada broiler. Sumber asam sitrat alami seperti jeruk nipis dapat dimanfaatkan sebagai *acidifier* untuk broiler. Selain kandungan asam sitrat tinggi, jeruk nipis juga memiliki senyawa flavonoid yang berfungsi sebagai antibakteri. Penelitian *in vitro* yang dilakukan oleh Onyeagba (2004) menggunakan bawang putih, jahe dan jeruk nipis, menunjukkan bahwa jeruk nipis mampu menghambat bakteri Gram positif maupun Gram negatif dibandingkan dengan jahe dan bawang putih ataupun kombinasinya. Hasil penelitian Emma (2009) menunjukkan bahwa penambahan ekstrak total asam jeruk nipis pada level 0,8% dapat meningkatkan jumlah koloni bakteri asam laktat (8,31-10,34 log cfu/gr) dan menurunkan *Salmonella sp*, dibandingkan dengan pemberian pakan kontrol. Nourmohammadi *et al.* (2011) melaporkan bahwa pemberian asam sitrat dalam pakan mampu meningkatkan persentase bobot organ limfoid

(*Bursa fabricius* dan *Thymus*) yang merupakan indikator ketahanan tubuh.

Pemberian asam sitrat diharapkan mampu memperbaiki ketahanan tubuh broiler sehingga produktivitas tidak terganggu walaupun protein pakan diturunkan karena penggunaan asam sitrat dapat menurunkan pH usus sehingga menekan bakteri patogen yang berimbang pada penggunaan nutrien pakan yang lebih baik. Berdasarkan hal tersebut diatas maka telah dilakukan penelitian tentang produktivitas dan daya tahan tubuh broiler yang diberi pakan *step down* dengan menambahkan asam sitrat sebagai *acidifier*.

MATERI DAN METODE

Ternak yang digunakan sebanyak 192 ekor broiler umur 8 hari yang terdiri dari jantan dan betina, dipelihara selama 2 minggu. Pemeliharaan dilakukan di Kandang Digesti Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro dengan menggunakan kandang panggung yang disekat 24 petak. *Acidifier* yang diberikan berupa asam sitrat komersial dan sumber alami yaitu jeruk nipis yang dicampur dengan 1/2 bagian dari total pakan yang diberikan pada pagi hari dan sebagian lagi pada sore hari. Pakan disusun dengan menggunakan jagung, bekatul, minyak nabati, tepung ikan, bungkil kedelai, bungkil kelapa, CaCO₃, tepung kerang, vitamin, mineral, lysine, dan methionine. Komposisi pakan *step down* dapat dilihat pada Tabel 1. Pakan dan air minum diberikan *ad libitum*.

Tabel 1. Komposisi Pakan

Bahan Baku Pakan	Pakan Perlakuan		
	Kontrol	Stepdown	
Starter	Finisher		
Jagung	52,50	55,00	55,00
Bekatul	7,00	12,00	12,00
Minyak Nabati	2,00	1,00	1,00
Tepung Ikan	6,00	6,00	6,00
Bungkil Kedelai	23,00	16,00	16,00
Bungkil Kelapa	8,00	8,00	8,00
CaCO ₃	0,70	1,00	1,00
Tepung Kulit Kerang	0,50	0,50	0,50
Premix	0,30	0,30	0,30
Lysine	0,00	0,10	0,10
Methionine	0,00	0,10	0,10
TOTAL	100,00	100,00	100,00
Kandungan Nutrisi			
Energi Metabolisme (kkal/kg)	2975,11	2870,41	2870,41
Protein Kasar	21,88	19,15	19,15
Serat Kasar	6,55	7,64	7,64
Lemak Kasar	6,26	5,58	5,58
Lysine	1,24	1,14	1,14
Methionine	0,41	0,47	0,47
Ca	0,92	1,02	1,02
P	0,50	0,54	0,54

* Bahan pakan dianalisis di Laboratorium ilmu makanan ternak Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro

Penelitian disusun dalam rancangan acak lengkap dengan 6 perlakuan dan 4 ulangan tiap unit percobaan terdiri dari 8 ekor ayam. Perlakuan disusun sebagai berikut :

- P₀ : Pakan kontrol (tanpa *step down*)
- P₁ : Pakan *step down*
- P₂ : Pakan *step down* + asam sitrat 0,8 %
- P₃ : Pakan *step down* + asam jeruk nipis 0,4 % (6,9 ml /100g pakan)
- P₄ : Pakan *step down* + asam jeruk nipis 0,8 % (13,8 ml /100g pakan)
- P₅ : Pakan *step down* + asam jeruk nipis 1,2 % (20,7 ml /100g pakan)

Parameter yang diamati yaitu bobot badan akhir dan bobot organ limfoid. Bobot organ limfoid organ limfoid dihitung dengan rumus :

$$\text{Bobot organ limfoid (\%)} = \frac{\text{Bobot organ limfoid (g)}}{\text{Bobot hidup (g)}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertambahan bobot badan (PBB) broiler pada Tabel 2, tidak menunjukkan pengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap kontrol. Hal tersebut menunjukkan bahwa broiler pada fase starter dengan penurunan protein pakan dari 21% menjadi 19% dan penambahan asam sitrat tidak mengganggu produktivitas sehingga menghasilkan PBB yang sama. Houshmand *et al.* (2012) juga menunjukkan hasil yang serupa, yaitu pada periode starter penggunaan asam organik, prebiotik dan probiotik

Tabel 2. Rataan Persentase Bobot Bursa, Limpa dan Pertambahan Bobot Badan (PBB).

Perlakuan	Bursa	Limpa	PBB
Pakan Kontrol	0,28 ^{ab}	0,07	360,25
Pakan Step down	0,27 ^{ab}	0,12	363,06
Pakan Step down + 0,8 % asam sitrat	0,31 ^a	0,16	354,88
Pakan Step down + 0,4 % asam jeruk nipis	0,19 ^b	0,10	342,03
Pakan Step down + 0,8 % asam jeruk nipis	0,20 ^{ab}	0,08	342,84
Pakan Step down + 1,2 % asam jeruk nipis	0,28 ^{ab}	0,10	343,81

^{ab}Superskrip pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata P<0,05.

tidak menunjukkan perbedaan pertambahan bobot badan dengan kontrol. Penelitian ini menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh *acidifier* terhadap performa broiler pada fase starter, menurut Hernandez *et al.* (2006) tidak ada efek positif *acidifier* terhadap performa broiler karena kondisi penelitian yang ideal, pemberian *acidifier* akan nampak bila dilakukan pada kondisi lingkungan yang suboptimal misalnya dengan sanitasi dan pakan yang kurang bersih.

Hasil analisis statistik (Tabel 2) tentang bobot relatif *bursa fabricius* pada starter memperlihatkan perbedaan nyata ($P<0,05$), pemberian asam sitrat sintesis (P2) menunjukkan nilai tertinggi yang berbeda dengan pemberian jeruk nipis 0,4% (P3), sementara perlakuan lain sama. Bobot *bursa fabricius* pada P2 yang cenderung lebih tinggi mengindikasikan bahwa dengan pemberian asam sitrat mampu meningkatkan imunitas ternak. Proses tersebut merupakan aktivasi sel imun pada permukaan usus, sehingga *bursa fabricius* tidak bekerja hiperaktif dalam menghasilkan sel B yang mempercepat atropi *bursa fabricius*. Abdel - Fattah *et al.* (2008) dan Ghazala *et al.* (2011) menemukan bahwa pemberian asam sitrat pada broiler mampu meningkatkan bobot organ limfoid termasuk *bursa fabricius*.

Bobot *bursa fabricius* periode starter pada semua perlakuan menunjukkan hasil yang normal atau tidak terjadi imunosuspensi baik yang diberi asam sitrat sintetis, jeruk nipis maupun yang hanya *step down*, kondisi ini ditunjukkan oleh bobot bursa yang lebih tinggi dari limpa. Menurut Machdum (2007), rasio antara bobot *bursa fabricius* dan limpa dapat dijadikan parameter imunosuspensi. Gambaran perubahan patologi anatomi untuk kasus imunosuspensi adalah terjadinya atrofi pada *bursa fabricius* dan rasio perbandingan ukuran antara *bursa fabricius* dengan limpa. Bila ukuran *bursa fabricius* sama atau lebih kecil dari limpa pada lima minggu pertama umur ayam dapat mengindikasikan bahwa telah terjadi kasus imunosuspensi. Periode awal pertumbuhan broiler masih memiliki *innate*

antibody sehingga, pemberian *acidifier* tidak nyata berbeda dengan kontrol. *Bursa fabricius* pada periode ini juga masih dalam proses pertumbuhan, sementara perlakuan pemberian pakan dengan jeruk nipis hanya 1 minggu sehingga tidak begitu berpengaruh. Menurut Glick (2000) proses pertumbuhan *bursa fabricius* dibagi atas 3 tahapan yaitu pertumbuhan cepat yaitu dari menetas sampai empat minggu, tahap kedua yaitu fase plateau pada umur 5-6 minggu, dan fase regresi yang berlangsung pada umur selanjutnya.

Bobot relatif limpa pada periode starter tidak nyata ($P>0,05$) antara semua perlakuan (Tabel 2). Ayam pada umur muda masih ada *innate* antibodi sehingga imunitas ayam masih kuat yang menyebabkan limpa tidak bekerja secara berlebih untuk menangkap antigen yang dapat mengakibatkan pembesaran limpa. Bobot limpa pada semua perlakuan menunjukkan hasil yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa broiler yang diberi perlakuan memiliki kondisi tubuh yang sehat, sehingga makrofag berfungsi dengan baik dan mampu membunuh antigen sebelum sampai ke aliran darah. Akibatnya berimbang pada berkurangnya antigen yang dapat mengurangi kerja limpa sehingga ukuran limpa dalam batas normal. Sebagai contoh, Merryana *et al.* (2006) menemukan bahwa pembesaran limpa pada broiler yang terinfeksi bakteri karena secara tidak langsung limpa berperan dalam fungsi daya tahan tubuh dengan cara memproduksi limfosit.

Periode starter sangat menentukan status kesehatan ternak, jika pada periode ini organ limfoid perkembangannya terhambat maka sangat berpengaruh pada periode selanjutnya. Limpa merupakan organ limfoid yang memberikan sinyal paling kuat jika terjadi infeksi atau serangan bakteri terutama dalam sistem humorai. Limpa menyaring semua benda asing yang lolos ke dalam darah. Baratawidjaya dan rengganis (2009) menyatakan bahwa limpa merupakan tempat utama fagosit memakan mikroba yang diikat antibodi. Mikroba dalam darah dibersihkan makrofag dalam limpa.

Jadi, limpa merupakan tempat respon imun utama yang dapat menyaring antigen asal darah.

KESIMPULAN

Periode starter, organ limfoid masih dalam masa perkembangan sehingga pengaruh *acidifier* belum mampu mempengaruhi kerja dari organ tersebut baik pada organ limfoid primer (*bursa fabricius*) maupun organ limfoid sekunder (limpa), namun tidak mengganggu produktivitas terbukti dengan PBB yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Fattah. S.A., M.H. El-Sanhouri, N.M. El-Mednay and F. Abdel-Azeem. 2008. Thyroid activity, some blood constituents, organs morphology and performance of broiler chicks fed supplemental organic acids. Int. J. Poult. Sci. **7**: 215-222.
- Baratawidjaya, K. G. dan I. Rengganis. 2009. Imunologi Dasar. Ed.8. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta.
- Emma, W.M.S.M., O. Sjofjan. Achmanu dan E. Widodo. 2009. Efek ekstrak jeruk nipis terhadap jumlah koloni bakteri asam laktat. *E. coli* dan *Salmonella* dalam ileum ayam pedaging. JIIPB **19** (1): 28-34.
- Ghazalah A.A., A.M. Atta, Kout Elklob, M. EL. Moustafa and Riry, F.H. Shata. 2011. Effect of dietary supplementation of organic acids on performance, nutrients digestibility and health of broiler chicks. Int. J. Poult.Sci. **10** (3): 176-184.
- Glick B. 2000. Immunophysiology. In : Whittow G.C. (Ed.). Sturkie's Avian Physiology. 5th Ed. Academic Press. London . Pp 658-659.
- Hernandez, F., V. Garcia, J. Madrid, J. Orengo, P. Catala and M. D. Megias. 2006. Effect of formic acid on performance, digestibility, intestinal histomorphology and plasma metabolite levels of broiler chickens. Br. Poult. Sci. **47**: 50-67.
- Houshmand, M., K. Azhar, I. Zulkifli, M. H. Bejo and A. Kamyab. 2012. Effects of non-antibiotic feed additives on performance, immunity and intestinal morphology of broilers fed different levels of protein. South Afr. J. Anim. Sci. **42**:22-32.
- Islam, M.Z. , Z.H. Khandaker, S.D. Chowdhury and K.M.S. Islam. 2008. Effect of citric acid and acetic acid on the performance of broilers. J. Bangladesh Agric. Univ. **6** (2) : 315–320.
- Machdum, N. 2012. Penyebab dan dampak imunosuspensi pada Ayam. Majalah Infovet.com (16 desember 2012).
- Merryana F.O., Nahrowi, M. Ridla, A. Setiyono, dan R. Ridwan. 2007. Performan broiler yang diberi pakan silase dan ditantang *Salmonella typhimurium* Prosiding Seminar Nasional AINI VI. Yogyakarta, 26-27 Juli 2007. Hal. 186-194.
- Nourmohammadi, R., S.M. Hosseini and H. Farhangfar. 2010. Effect of dietary acidification on som e blood parameters and weekly performance of broiler chicken. J. Anim. And Vet. Adv. **9** (24) : 3092-3097.
- Onyeagba, R.A., O.C. Ugbogu, Okeke and O. Iroakasi . 2004. Studies on the antimicrobial effects of garlic (*Allium sativum* linn). ginger (*Zingiber officinale* roscoe) and lime (*Citrus aurantifolia* linn). African J. Biotechnol. **3** (10) : 552-554.

LAPORAN PENELITIAN

EFFECT OF DRYING METHODS TO THE LACTIC ACID BACTERIA OF ENRICHED CASSAVA MEAL

Sulistiyanto B, S.Sumarsih, C.S. Utama, R.I. Pujaningsih and C.I. Sutrisno
Faculty of Animal and Agriculture Sciences, Diponegoro University, Semarang-Indonesia
Corresponding e-mail: bsoel07@gmail.com

ABSTRACT : Experiment to study effect of drying methods to a population of total bacteria, total lactic acid bacteria and total fungi of enriched cassava meal was conducted in the laboratory of Feed Technology, Faculty of Animal and Agricultural Sciences Diponegoro University. The cassava meal was enriched with extract of fermented vegetable garbage, and then it is dried by indirectly sun drying vs warm air controlled drying. Data were statistically analyzed by general linear model (GLM of SAS-SAS Institute). Result of experiment showed that the hot air controlled method is effective to protect bacteria but not to fungi. The total number of fungi is not significantly different among the treatments ($P>0.05$). Whereas, the total bacteria and the lactic acid bacteria of cassava meal of the hot air controlled drying are significantly higher than the indirect sun drying ($p<0.05$). It could be concluded that the hot air controlled method is an appropriate way to protect the lactic acid bacteria of the enriched cassava meal and leading the enriched cassava meal has a prospect to be developed as a functional feedstuff.

Key Words: Drying, Lactic Acid Bacteria, Cassava Meal

INTRODUCTION

Cassava meal is a byproduct of the cassava starch manufacturing. The dried of local cassava meal have had crude protein (CP) 1.1-2.2%, crude fiber (CF) 11.1-15.5%, crude fat (Extract Ether =EE) 0.2-0.3%, the nitrogen free extract (NFE) 82.1-87.5% and 0.8-1.4% ash of dry matter basis. The cassava tuber wastes including cassava meal have appreciable levels of nutrients that could be tapped for beneficial use (Aro *et al.*, 2010). Cassava meal is potential material of feedstuffs. However, it is not optimally used. Osundahunsi *et al.*,(2011) reported a potential function of cassava fibre as a prebiotic. Our previous experiment note that fermented vegetable garbage (cabbage and mustard) could be used as a source of lactic acid's bacteria (LAB's) (Sulistiyanto *et al.*, 2005). Moreover, the extract of fermented vegetable garbage (EFVG) was recommended as LAB's as well as organic acids sources in the feedstuff processing. There are fourth of the most genera of LAB's that well developed for the processing's of food and feed i.e.: *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* and *Streptococcus*. The characteristics of LAB's are generally Gram positive (Gram +), catalase negative (Catalase -), capable to ferment carbohydrates that is converted into lactic acid, CO_2 , ethanol and acetic acid. Production of organic acid by the lactic acid bacteria is running quickly, so that the growth of other undesirable microorganisms can be inhibited (Malaka and Laga, 2005, Sulistiyanto *et al.*, 2009a and 2011a).

The LAB's as well as the organic acids provide positive effects in poultry. Sulistiyanto *et al.*, (2011b) noted the LAB's of EFVG is effectively

protected in the pellet feed that rich in fiber. Total number of LAB's remained high in the pellet and the LAB's well developed in the gut of chickens. The LAB is main microbe that commonly used to control the microflora in the gut of animal which is aimed to optimizing the gut functions, improving growth and development, as well as modulating the immune system. Nowadays, a functional feed such as probiotics is well developed in the poultry industry. The feed was aimed to improving growth and development, modulating immune system as well as reduced any chemical and antibiotics residues in the poultry products. Unfortunately, the LAB's of EFVG is unstable in the storage. Drying is common and useful technique of preservation method. Low moisture is considered as admissible for safe storage, with low fungus and insect attack, leading to minimum deterioration of chemical components, and subsequent loss in nutritive value (Hall, 1970; Akhter *et al.*,2009; Mehdizadeh and Zomorodian, 2009 and Kolawole *et al.*,2011). However, some authors point out the poor efficiency of drying process for *Lactobacillus* and *Streptococcus strains*. Drying process that use carbohydrates as protectant, embedded microorganisms in the polysaccharidic matrix as well as optimizing dehydration behavior are stabilization methods that recommended for industrial application (Linders *et al.*, 1997 and Conrad *et al.*, 2000, Mille *et al.*, 2004). Regard to that reasons, the study effect of drying methods was conducted with the aim to protect the LAB's of EFVG during drying process within the cassava meal which is rich in fiber and carbohydrate, leading to improve the cassava meal to be a functional feedstuff.

MATERIALS AND METHODS

Cassava meal (CM) from local industry was ground to pass 60 mesh of screen, was then dried and sterilized. Waste vegetables (an outer leaf of cabbage and or mustard) were taken from the local market, it was cleaned, then washed and fermented. The fermentation and extracting was conducted by the method of Sulistiyan and Nugroho (2009b). The liquid of extract of fermented vegetable garbage (EFVG) was mixed well with 5% of tapioca flour (w/v). One (1) kg of the sterilized cassava meals is the added with EFVG mixture 500 ml and 250 ml of distilled water, to reach 80-85% moisture content. Those are mixed well and incubated for 4 hours in anaerobic condition, then dried within different ways, i.e.: indirect sunlight drying (spread by 1-1.5 cm of thickness, air dry, $33.5 \pm 6.7^{\circ}\text{C}$, roofing by UV-filter sheet) vs warm air flow drying (spread out by 1-1.5 cm of thickness, temperature of air controlled to be $43 \pm 3^{\circ}\text{C}$, RH $\leq 60\%$, rate of air flow $0.5 \pm 0.1 \text{ M/sec}$), until the moisture content reaches 12-15%, almost 3-4 days. At the end of drying, the enriched cassava meal (ECM) was stored in an airtight bag for later analysis of total bacteria, total fungi and total LAB's. Microbiological assay was conducted in accordance to the method of Fardiaz (1993). Data was processed with SAS (SAS Institute, 2001) to evaluate the difference effect of the drying method to the LAB's population and total fungi as well as total bacteria

RESULT AND DISCUSSION

The physic-organoleptical performances of product among the treatments were not different, a slightly sour fresh smell, a lightly brownish color, visually not performed the fungi was shown in both of the products of indirect sunlight (ECM-IS) and of controlled air flows (ECM-CAF). It is indicated that methods of drying provided similar effect to the physic-organoleptical performances of the products.

Table 1. Total Bacteria, Total Fungi and Total Lactic Acids Bacteria of Enriched Cassava Meal dried in different ways.

Treatments	Total Bacteria	Total Fungi	Total Lactic Acids Bacteria	Ratio LAB to Total Bacteria
	CFU/g			--%--
CM-non enriched	negative	negative	negative	-
ECM-wet	$2.5 \times 10^8 \text{ A}$	$2.2 \times 10^2 \text{ A}$	$2.2 \times 10^8 \text{ A}$	88.0 ^A
Indirect sunlight (ECM-IS)	$5.8 \times 10^6 \text{ B*}$	2.6×10^2	$4.9 \times 10^6 \text{ B}$	84.5 ^B
Controlled air flows (ECM-CAF)	$6.5 \times 10^7 \text{ A}$	$2.1 \times 10^2 \text{ A}$	$6.2 \times 10^7 \text{ A}$	95.4 ^A

CFU: Colony Forming Unit; **CM :** Cassava meal; **ECM-wet :** cassava meal enriched with extract of fermented vegetable garbage after incubated 4 hours; **ECM-IS :** Enriched cassava meal drying with Indirect sunlight; **ECM-CAF :** Enriched cassava meal drying with controlled air flows; **LAB :** Lactic acid bacteria
* different superscript in the same columns indicate significant differences ($p<0.05$)

Table 1 presenting the effect of treatments to the microbial performance of the product. Drying process tend to decreased microbial performances. The number of Total bacteria, Total Fungi as well as total LAB's of ECM-wet decreased as shown in both ECM-IS and ECM-CAF. The total bacteria of ECM-IS is significantly different to ECM-CAF as well as ECM-Wet ($p>0.05$). The total bacteria in the ECM-IS lower than ECM-CAF and ECM-Wet , while, there was no significant different between ECM-CAF and ECM-wet. i.e. 5.8×10^6 vs 6.5×10^7 and 2.5×10^8 CFU/g. The total LAB's content of the ECM-IS is significantly lower than the ECM-CAF and ECM-Wet, i.e. 4.9×10^6 vs 6.5×10^7 and 2.2×10^8 CFU/g ($p>0.05$). Total fungi was not significantly different among the treatments ($p<0.05$), there were 2.2×10^2 , 2.6×10^2 , 2.1×10^2 CFU/g. Ratio of total LAB to total Bacteria of ECM-CAF is significantly higher than that of ECM-Wet and ECM-IS, i.e. 95.4 vs 88.0 and 84.5 ($p<0.05$).

The result of experiment shown that the drying process is effectively control a fungi in both the methods of ECM-IS and ECM-CAF. The number of total fungi state The drying process is an efficient processing method to reduce the microbial load in the animal feed sources and improve their self life. In the way of air drying, air temperature and thickness of material are factors related to moisture content and drying rate (Kolawole *et al.*, 2006). Sunrays and temperature of drying been reported effectively controlled the bacteria by mechanism of stressing and eventually causes the cell death (Bhila *et al.*, 2010; Fujioka *et al.*, 1981; Fujioka and Narikawa, 1982).

In relation to the control of microbial contaminant to be minimized, the light and preferred color frequencies of lighting that be used are important factors. The purple (violet) has a frequency that is near to the ultraviolet frequency, which is injurious to microorganisms but with minimal destruction of nutrients (Kolawole *et al.*, 2009). In this experiment, UV-filter sheet that been

use aimed to reduce effect of UV to the bacteria, especially lactic acid bacteria. However, the impact to the microbial performances noted to be not effective since number of total bacteria and LAB's remained decreased after drying. Low moisture is considered as factor admitted to the physical quality performances as shown in the drying product with low fungus and insect attack. (Hall, 1970; Akhter *et al.*, 2009, Mehdizadeh and Zomorodian, 2009; Kolawole *et al.*, 2011).

The use of cassava flour as well as a crude fibre in the cassava meals in this experiment considered to be function of carbohydrates protectant, polysaccharidic matrix in the drying process of lactic acid bacteria of EFVG. Use of carbohydrate protectant, embedding microorganisms in a polysaccharidic matrix, as well as optimizing dehydration behavior by casein are reported as an effective methods of stabilizing lactic acid bacteria in the drying process (Linders *et al.*, 1997; Conrad *et al.*, 2000; Mille *et al.*, 2004).

Regard to the number of total bacteria, total lactic acid bacteria and the ratio of the total lactic acid bacteria to the total bacteria, the result of this experiment appears that the method of air flow more effectively protecting the lactic acid bacteria of ESSF in the cassava meal rather than indirectly sun drying, therefore, increasing an inhibitory capacity to undesired microbes as expressed in the value of ratio the total lactic acid bacteria to the total bacteria. Lactic acid bacteria have α -amylase that partially hydrolyzed raw starch (Reddy *et al.*, 2000), therefore, the lactic acid bacteria can ferment starchy substrates such as cassava, potato and wheat (Chatterjee *et al.*, 1977; Naveena, 2004). Lactic acids as well as bacteriocin that had been produced by lactic acid bacteria can inhibit growth and development of pathogenic and spoilage microorganism, thereby reducing growth and survival of them, leading to extending the self life and safety of the product (Kim and Bhowmik, 1990; Aymemrich *et al.*, 2000; Silva *et al.*, 2002).

CONCLUSION

The research found that the method of controlled air flow is effectively protecting the lactic acid bacteria of the cassava meal that was enriched by extract of fermented vegetable garbage and providing the prospect to improve the enriched cassava's meal to be a functional feedstuff.

ACKNOWLEDGMENT

The authors wish to thank you to Solikhul Mahfudi, Wredo Nugroho, Nafiu Fahmi as a supporting team, all laboratory members and technician of Feed Technology laboratory for the

kindness collaboration and warm discussion during experiment and preparing the paper.

REFERENCES

- Akhter S, M. Rahman, M.M. Hossain and M.A.Hashem. 2009. Effect of drying as preservation technique on nutrient content of beef. J.Bangladesh Agric.Univ. 7(1):63-68
- Aro, S. O., Aletor, V. A, Tewe O. O and Agbede, J. O. 2010: Nutritional potentials of cassava tuber wastes: A case study of a cassava starch processing factory in south-western Nigeria. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 22, Article #213. Retrieved July 2, 2012, from <http://www.lrrd.org/lrrd22/11/aro22213.htm>
- Aymerich, T., Artigas, M.G., Monfort, J.M. and Hugas, M. 2000. Effect of sausage ingredients and additives on the production of enterocins A and B by *Enterococcus faecium* CTC492. Optimization of in vitro production and anti-listerial effect in dry fermented sausages. *J. Appl. Microb.* 88: 686–694
- Bhila, T.E., M.M. Ratsaka, A. Kanengoni and F.K. Siebrit. 2010. Effect of sun drying on microbes in non-conventional agricultural by-products. *South African J. of Anim. Sci.* Vol. 40 (5): 484-487.
- Chatterjee, M., Chakrabarty, S. L., Chattopadhyay, B. D. and Mandal, R. K. 1997. Production of lactic acid by direct fermentation of starchy wastes by an amylase producing *Lactobacillus*. *Biotech. Letters* 19:873–4
- Conrad, P.B., D.P. Miller, P . Danforth, P.R. Cieleski and J.J. de Pablo. 2000. Stabilization and preservation of *Lactobacillus acidophilus* in saccharide matrices. *Cryobiology* 41:17 – 24.
- Fardiaz, S. 1993. Analisis Mikroorganisma Pangan. Edisi I. Cetakan ke-1. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Fujioka,R.S., Hashimoto, H.H.,Siwak,E.B.,and Young, R.H.F.1981. Effect of sunlight on survival of indicator bacteria in seawater. *Appl. And Environmental Microb.* Vol. 41(3):690-696
- Fujioka, R.S. and O.T. Narikawa. 1982. Effect of sunlight on enumeration of indicator bacteria under field conditions. *Appl. And Environmental Microb.* Vol. 44(2): 395-401.

- Hall, C. W. 1970. Handling and Storage of Food Grains in Tropical and Subtropical Areas. Paper No. 90, FAO Agricultural Development.
- Kim, S.S. and S.R. Bhowmik, 1990. Survival of lactic acid bacteria during spray-drying of plain yoghurt. *J. Food Sci* 55:1008–1010.
- Kolawole O. F., T. O. Olurin, E. A. Ike and O. C. Aworh. 2006. Effect of pretreatment and temperature on air-drying of *Dioscorea alata* and *Dioscorea rotundata* slices. *J. Food Eng.* 80 (2007): 1002–1010
- Kolawole, O.M., B. J. Adeyemi, R. M. O. Kayode and T. B. Ajibola. 2009. The drying effect of colour light frequencies on the nutrient and microbial composition of cassava. *African J. Agric. Res.* Vol. 4 (3) :171-177
- Kolawole, O.M., A.E., Ajiboe, E.E. Aturu and I.I. Anibijuwon. 2011. Effect of Solar drying on the proximate and microbial composition of *Abelmoschus esculentus*. *J. Microb. Biotech. Res.* 1(1):71-81
- Linders L.J.M, G.I.W. De Jong, G. Meerdink and K.Van't Riet. 1997. Carbohydrates and the dehydration inactivation of *Lactobacillus plantarum*: the role of moisture distribution and water activity. *J. Food Eng.* 31:237– 250
- Malaka R dan A. Laga. 2005. Isolasi dan identifikasi *Lactobacillus bulgaricus* strain Ropy dari yogurt komersial. *J. Sains dan Teknologi.* 5 (1) : 50 – 58
- Mehdizadeh Z and A. Zomorodian. 2009. A Study of the effect of solar drying system on rice quality. *J.Agr.Sci.Tech.* vol. 11: 527-534
- Mille Y., J.P. Obert, L. Beney and P. Gervais. 2004. New Drying Process for Lactic Bacteria Based on Their Dehydration Behavior in Liquid Medium. Published online 9 September 2004. Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com). DOI: 10.1002/bit.20211
- Naveena, B.J., Altaf, M. D., Bhadriah, K. and Reddy, G. 2004. Production of L(+) lactic acid by *Lactobacillus amylophilus* GV6 in semi-solid state fermentation using wheat bran. *Food Tech. and Biotech.* 42: 147–52.
- Osundahunsi O.F., A.O. Williams , I.B. Oluwalana . 2012. Prebiotic effects of cassava fibre as an ingredient in cracker-like products. E-pub 2011 Nov 22. *Food Funct.* 3(2):159-163
- Reddy, G., M.D. Altaf, B. J. Naveena, M. Venkateshwar, and E.Vijay Kumar. 2008. Amylolytic bacterial lactic acid fermentation — A review. *Biotech. Advances* 26: 22–34
- SAS Institute.1982. SAS User Guide:Statistics. SAS Institute.
- Silva J., A.S. Carvalho, P. Teixeira and P.A. Gibbs. 2002. Bacteriocin production by spray-dried lactic acid bacteria. *Letters in Appl. Microb.* 34: 77–81
- Sulistiyanto B, Sri Sumarsih, Ambarwati, M.Jaiz and B.I.M. Tampoebolon. 2009a. Effects of filler and propionic acid addition to microbial performance of processed food waste in the different of time of storage. Proceeding Seminar Intl.Lactic Acid Bacteria, Yogyakarta. Januari 16-17th, 2009.
- Sulistiyanto B and K.Nugroho. 2009b. Physically and Micobiologically Perfomans of Acidified Fish Meal that are made by Dipping into Extract Solution of Sauerkraut. *J. of Indonesian Trop.Anim.Agric.* Vol. 34 (4) : 248-252.
- Sulistiyanto B, S. Sumarsih, C.S.Utama and C.I.Sutrisno. 2011a. Effect of dietary pellet containing lactic acid bacteria to the microbial performance of the intestine of the broiler chicks. The 3rd IC-ISLAB "better life with lactic acid bacteria".Gadjah Mada Univ. Yogyakarta. January 21-22th, 2011.
- Sulistiyanto B and K. Nugroho. 2011b. Effect of storage on physical, chemical and microbiological characteristics of fish waste acidified using fermented vegetables waste extract. *J. of Indonesian Trop. Anim. Agric.* Vol.36 (2): 114-119

LAPORAN PENELITIAN

PEMANFAATAN LIMBAH CAIR TEMPE SEBAGAI MEDIUM PRODUKSI ASAM LAKTAT DENGAN PENAMBAHAN ISOLAT BAKTERI ASAM LAKTAT DARI FESES PEDET SAPI PERAH BARU LAHIR

(*The Use of Liquid Waste of Tempeh Industry as Medium to Produce The Lactic Acid by Adding The Lactic Acid Bacteria (LAB) Isolate from Feces of New Born Dairy Calf*)

Ismail Jasin

Fakultas Peternakan Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudiman Ungaran

Corresponding author: ismail_jasin@ymail.com

ABSTRACT: This investigation was conducted to study the use of liquid tempeh waste as medium in fermentation process to produced the lactic acid by lactic acid bacteria (LAB) isolate from the feces of new born dairy calf. The isolate was inoculated on liquid tempeh waste with 10% inoculum level, whereas the dilution level were : 1, 5 and 10 times with incubation time were : 12; 24; 36 and 48 hours in anaerobic condition. Evaluation was conducted on lactic acid production and pH changes. The result of this investigation showed that dilution rate and incubation time influenced significantly ($P<0.01$) on lactic acid production and pH changes. One time dilution rate and 36 hours incubation time resulted in highest lactic acid production and lowest pH.

Key Words : Liquid tempeh waste, LAB, Fermentation, Lactic acid, pH.

PENDAHULUAN

Sisi lain dari perkembangan industri tempe adalah dampak negatif terhadap lingkungan, bila tidak diimbangi dengan usaha pengendalian limbahnya, khususnya limbah cair. Limbah cair tempe ini sering kali dibuang ke sungai, kolam, dan danau menyebabkan nilai *biological oxygen demand* (BOD) menjadi tinggi (Kasmidjo, 1995). Selanjutnya apabila oksigen tidak seimbang dengan kebutuhan, maka oksigen terlarut akan turun hingga dapat mencapai titik nol, dengan demikian kehidupan dalam air akan terganggu (Syarief, 1999). Limbah cair tempe mengandung unsur kimia sebagai berikut ; Gula reduksi 599,2 ppm, kalsium 97,6 ppm, magnesium 23,6 ppm, fosfat (PO₄) 14,3 PPm, protein 0,46% (Syarief, 1999). Komponen tersebut menunjukkan bahwa limbah cair tempe memiliki potensi sebagai medium fermentasi oleh mikroorganisme yang akhirnya dapat dimanfaatkan sebagai media produksi biomassa sel (Kasmidjo, 1999).

Produksi biomassa sel diperlukan dalam proses pengawetan bahan pakan ternak dengan cara fermentasi menggunakan bantuan mikrobia sebagai agen biokonversi. Salah satu mikrobia yang berperan dalam biokonversi dan bertujuan dalam proses pengawetan pakan adalah bakteri asam laktat (BAL). Hal ini terkait dengan sifat antagonisnya terhadap tipe mikroorganisme yang lain sehingga mampu menekan jumlah bakteri yang merugikan (Wibowo, 1993).

Bakteri asam laktat (BAL) pada dasarnya mempunyai kemampuan untuk memproduksi

pengawet biologik (*biological preservative*), telah lama dikenal mampu memperpanjang masa simpan bahan pangan, karena kemampuannya dalam menghasilkan senyawa-senyawa antibakteri. Senyawa-senyawa tersebut antara adalah :asam organik (asam laktat,asam asetat, asam propionate asam formiat), hydrogen peroksida, diasetil dan bakteriosin yang dapat mengendalikan bakteri pembusuk dan pathogen pada suhu 10⁰ C sampai 12⁰ C (Scahved *et al.*, 1992). Metode pengawetan *biological preservative* yang banyak dipergunakan untuk memperpanjang masa simpan (*shelf life*) daging/produknya adalah pendinginan pada suhu -2⁰ C sampai 5⁰C (Suparno, 2005). Selain itu pertumbuhan mikrobia dapat dicegah dengan pemberian bahan pengawet kimiawi seperti nitrit, boraks, rhodamin ataupun formalin. Sampai 30 tahun yang lalu hampir semua bahan kimia yang digunakan sebagai bahan pengawet besifat toksik bagi manusia. Sementara itu pengawetan dalam lemari pendingin merupakan cara yang cukup aman dan ekonomis, tetapi terdapat keterbatasan seperti masih memungkinkan terjadinya kerusakan daging oleh kuman psikrofilik yang dapat tumbuh pada suhu 0°C sampai 5°C (Jai *et al*, 2005), oleh karena itu perlu dicari cara pengawetan kimia yang alami dan aman .

Bertitik tolak dari permasalahan tersebut diatas, maka penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pemanfaatan limbah cair tempe sebagai medium produksi asam laktat dengan penambahan inokulum isolate bakteri asam laktat hasil isolasi dan seleksi dari feses pedet sapi perah baru lahir.

MATERI DAN METODE

Materi penelitian ini mencakup bahan dan peralatan untuk memfermentasi limbah cair tempe. Bahan yang digunakan adalah limbah cair tempe yang diperoleh dari desa Genuk Krajan, kelurahan Genuk kecamatan Ungaran Barat, Kabupaten Semarang. Isolat BAL hasil isolasi dan seleksi dari feses pedet sapi perah baru lahir dan medium cair MRS (*de Man Regosa Sharpe*). Peralatan yang digunakan yaitu tabung reaksi, pH meter, waterbath, ose, pipet, autoclave, waterbath, fortex, tabung gas CO₂, dan fermentor kapasitas 500 ml.

Isolat BAL terlebih dahulu dikembangbiakkan dalam media cair MRS (*de Mann Regosa Sharpe*). Pembiakan starter ini diperlukan untuk meremajakan starter yang nantinya mampu berkembang dalam media limbah cair tempe. Kultur dalam media cair MRS tersebut diinkubasikan pada suhu 39⁰C selama 24 jam. Setelah proses peremajaan selesai, dilakukan persiapan untuk menginokulasi starter masing-masing pada 3 perlakuan yaitu perlakuan pertama limbah cair tempe dengan 1 kali pengenceran, perlakuan kedua limbah cair tempe dengan 5 kali pengenceran, dan perlakuan ketiga limbah cair tempe dengan 10 kali pengenceran masing-masing perlakuan menggunakan 10% inokulum. Fermentasi dilakukan dalam tabung fermentor yang ditutup dengan karet dan diinkubasi pada suhu 39⁰C dalam keadaan anaerob. Setiap titik waktu pengambilan sampel 0; 12; 24; 36 dan 48 jam, dibuat masing-masing 3 ulangan. Pengukuran pH dilakukan dengan petunjuk Nahm (1992), sedangkan penetapan produksi asam laktat dilakukan dengan metode Baker dan Sumarsono yang dilaporkan oleh Hawk *et al.* (1976).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi Asam Laktat

Pengaruh pengenceran limbah cair tempe dan lama inkubasi terhadap produksi asam laktat disajikan pada Tabel 1. Dalam Tabel 1. Terlihat

bahwa pengenceran limbah cair tempe dan lama inkubasi yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata ($P<0.01$) terhadap produksi asam laktat. Rata-rata produksi asam laktat meningkat sejalan dengan semakin kecil pengenceran limbah cair tempe. Rata-rata tertinggi dicapai pada pengenceran 1 kali (36,02 mg/100). Hal ini menunjukkan bahwa semakin rendah pengenceran limbah cair tempe semakin banyak nutrien yang tersedia untuk substrat fermentasi sehingga semakin banyak asam laktat yang dihasilkan. Pertumbuhan bakteri asam laktat memerlukan waktu tertentu untuk mencapai pertumbuhan optimal yang dicapai pada waktu inkubasi 36 jam. Hal ini terjadi karena substrat yang tersedia terbatas maka pertumbuhan bakteri asam laktat setelah 36 jam mengalami penurunan.

Semakin lama waktu inkubasi maka semakin banyak asam laktat yang diproduksi, dengan demikian kadarnya semakin tinggi sampai batas tertentu mencapai maksimal. Aktivitas maksimal bakteri asam laktat dalam fermentasi limbah cair tempe tercapai pada lama inkubasi 36 jam.

Perubahan pH

Pengaruh tingkat pengenceran limbah cair tempe dan lama inkubasi pada perubahan pH disajikan pada Tabel 2. Dalam Tabel 2. terlihat bahwa pengaruh penambahan berbagai tingkat pengenceran limbah cair tempe dan lama inkubasi sangat nyata ($P<0.01$) terhadap perubahan pH dan kedua faktor tersebut berinteraksi secara nyata ($P<0,01$).

Perubahan pH yang terus berlangsung dengan semakin lamanya waktu inkubasi sampai batas tertentu yaitu pada 36 jam mencapai pH terendah (4,02), kemudian cenderung tetap. Nilai pH kritis pada fermentasi limbah cair tempe tercapai pada inkubasi 12 jam. Hal ini disebabkan oleh terakumulasinya produk-produk fermentasi yaitu asam laktat dan asam organik lainnya seperti asam asetat dan propianat. Asam tersebut merupakan hasil akhir hidrolisis glukosa oleh bakteri asam laktat (BAL) (Mc Donald, 1991; Rahman, 1989).

Tabel 1. Rata-rata Produksi Asam Laktat Pada Fementasi Limbah Cair Tempe (mg/100ml)

Pengenceran Rata-rata	Lama inkubasi (jam)					Rata-rata
	0	12	24	36	48	
1 kali 38,02 ^a	21,54	35,36	40,62	52,14	40,44	
5 kali 15,12 ^b	7,56	14,11	19,65	29,14	23,15	
10 kali 11,82 ^c	4,65	8,75	13,58	18,12	13,98	
Rata-rata	11,25 ^p	19,49 ^q	24,62 ^r	33,13 ^s	25,86 ^r	

^{a, b, c} Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama adalah berbeda sangat nyata ($P<0.01$)

^{p,q,r,s} Superskrip yang berbeda pada baris yang sama adalah berbeda sangat nyata ($P<0,01$)

Tabel 2. Rata-rata Perubahan pH Pada Fermentasi Limbah Cair Tempe

Perlakuan Rata-rata	Lama inkubasi (jam)				
	0	12	24	36	48
1 kali 4,29 ^a	5,20	4,02	4,01	4,20	4,02
5 kali 4,04 ^b	4,82	3,80	3,90	3,98	3,74
10 kali 3,91 ^c	4,60	3,60	3,75	3,89	3,75
Rata-rata	4,87^p	3,80^q	3,88^r	4,02^p	3,83^s

^{a,b,c} Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P<0,01$)

^{p,q,r,s} Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P<0,01$)

Sejalan dengan tercapainya pH yang rendah yaitu pH 4,02 maka proses fermentasi dapat menghambat pertumbuhan mikroba pembusuk dan patogen karena pada pH ini mikroba patogen tidak dapat bertahan hidup kecuali bakteri asam laktat. Sebaliknya hasil fermentasi dengan pH yang masih tinggi akan memberikan peluang untuk berlangsungnya fermentasi yang merugikan yaitu proses pembusukan karena mikroba patogen yang menyebabkan pengawetan tidak berlangsung baik (Gilliland, 1990).

Hubungan pH dengan Kadar Asam Laktat

Hubungan pH dengan kadar asam laktat pada fermentasi limbah cair tempe ditunjukkan dengan persamaan regresi linear. Hasil yang nyata ditunjukkan nilai R^2 tertinggi. Hasil analisis regresi menunjukkan nilai R^2 yaitu: $R^2=0,85$ (1kali), $=R^2=0,79$ (5kali), dan $R^2=0,77$ (10kali). Terlihat bahwa hubungan antara pH dengan kadar asam laktat yang paling baik adalah pada tingkat pengenceran 1 kali dengan nilai R^2 terbesar ($R^2=0,85$). Nilai tersebut menunjukkan ketergantungan pH terhadap kadar asam laktat. Hal ini dapat terjadi karena asam laktat mempunyai pKa yang sangat rendah yaitu 3,9, sedangkan asam organik lainnya, berkisar antara 7,1 sampai 4,5 pKa. Nilai pKa ini menunjukkan kemampuan asam laktat tersebut untuk berionisasi menghasilkan (H^+) yang menentukan tingkat keasaman (pH). Semakin besar (H^+) maka semakin rendah pH, semakin besar kemampuan ionisasi maka semakin besar pula pengaruhnya terhadap pH (Suharsono, 1986; MC Donald, 1991).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa tingkat pengenceran dan lama inkubasi berpengaruh sangat nyata terhadap produksi asam laktat dan perubahan pH. Pada fermentasi limbah cair tempe tingkat pengenceran 1 kali dan lama inkubasi 36 jam produksi asam laktat

tertinggi. Nilai pH yang kritis mulai tercapai pada lama inkubasi 12 jam dan hal ini menunjukkan bahwa limbah cair tempe dapat menjadi medium pertumbuhan yang baik bagi bakteri asam laktat (BAL) sebagai media produksi biomassa sel.

DAFTAR PUSTAKA

- Gilliland, S.E. 1990. Bacterial Starter Culture for Foods. 5th. CRC Press Inc., Florida.
- Hawk, P. B. 1976. Hawk Physiological Chemistry. 14th Edition. Bernard L. Oser, Phd (ed). TATA Mc Graw Hill Pub. CO. Ltd, New Delhi.
- Jai, J.M., Loessner M.J., Golden, DA, 2005. Modern Food Microbiology 7th Ed. Springer Science + Business Media inc.
- Mc. Donald, P., Henderson, A, H. dan Herron, S.J.E, 1991. The Biochemistry of silage, 1st ed. Chalcombe Pub., Marlow, Buckinghamshire.
- Nahm, K. H. 1992. Pratical Guide to Feed, Forage and Water Analysis (Accurate Analysis With Minimal Equipment). Yoo Han Publishing Inc., Korea.
- Rahman, A. 1989. Pengantar Teknologi Fermentasi. PAU Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Schved, F., Lazar, A., Henis, Y. and Juven. B.J. 1992. Purification, partial characterization and Plasmid linkage of pediosin SJ-1, a bacteriocin produced by *Pediococcus acidilacticidi*. J. APPL. Bactriol, 72 : 267-273.
- Syarief, R. 1999. Wacana Tempe Indonesia. Penerbit Universitas Katolik Widya Mandala. Surabaya.

Suharsono, M. 1986, Biokimia Jilid 1. Edisi Ke 8. Gadjah Mada University Press, Yoyakarta.

Suparno, 2005. Ilmu dan Teknologi Daging Cetakan ke 4. Yoyakarta; Gadjah Mada University Press.

Kasmidjo, R. B. 1995. Teknologi pembuatan tempe sebagai dasar pengembangan industry tempe modern. Prosiding Simposium Nasional judul Pengembangan Tempe Dalam Industri Pangan Modern Penerbit Yayasan Tempe Indonesia. Yoyakarta.

Plummer, T. D. 1991. AnIntroduction to Practical Biochemistry. TATA McGraw-HILL publishing company Ltd., New Delhi.

Wibowo, J. 1993. Produksi Antibiotika dengan proses Fermentasi. Kumpulan Hand-out Lokakarya. 11-26 januari 1993. Pusat Antar Universitas Biotek, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.