

RESPON KOMPONEN PERTUMBUHAN DAN HASIL, SERTA KUALITAS AROMA TIGA VARIETAS LOKAL PADI GOGO AROMATIK ASAL SUMBA BARAT DAYA TERHADAP TINGKAT KELEMBABAN TANAH

THE RESPON OF GROWTH AND YIELD COMPONENTS, YIELD AS WELL AS THE AROMA QUALITY OF THREE LOKAL VARIETIES OF AROMATIK UPLAND RICE FROM SOUTH WEST SUMBA TO SOIL MOISTURE LEVEL.

I G.B.Adwita Arsa^{1*}, H.J.D. Lalel dan R. Pollo

¹Fakultas Pertanian, Universitas Nusa Cendana. Jl. Adisucipto, Penfui, Kupang 85148, Nusa Tenggara Timur, Indonesia. Telp/ Fax. +62-380-881085

*Korespondensi: 081252873764, adwita_arsa@staf.undana.ac.id

ABSTRAK

Kualitas aroma beras selain ditentukan oleh faktor genetik juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Salah satu faktor lingkungan yang dilaporkan nyata mempengaruhi kualitas aroma padi gogo aromatik adalah kelembaban tanah. Aroma wangi beras yang lebih kuat justru sering terjadi pada tingkat kelembaban tanah yang relative rendah, sehingga ketika kualitas aroma beras meningkat, hasil gabah yang diperoleh semakin rendah. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh kelembaban tanah terhadap komponen pertumbuhan dan hasil serta kualitas aroma tiga varietas lokal padi gogo aromatik asal Sumba Barat Daya. Pelaksanaan Percobaan dilakukan secara Faktorial dalam Rancangan Petak Terpisah dengan tiga ulangan. Faktor pertama adalah tingkat kelembaban tanah dengan empat taraf, yaitu: 100 %, 80%, 60% dan 40% KL dan faktor kedua adalah varietas lokal, yaitu: Lapale Kuhi, Kiku Lapale, dan Panenggo. Variabel yang diamati meliputi: sifat vegetatif dan reproduktif, sifat fisiologis dan sifat kualitas aroma. Data yang dikumpulkan dianalisis dengan analisis ragam dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Jujur pada taraf nyata 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: 1) Komponen hasil dan hasil gabah terbaik diperlihatkan pada tingkat kelembaban tanah 100% KL, dan nyata lebih rendah pada tingkat kelembaban tanah 40% KL, 2) Tingkat kelembaban tanah juga berpengaruh nyata terhadap karakter fisiologis, yaitu: kadar N, Na, prolin, dan kualitas aroma, 3) Penurunan tingkat kelembaban tanah mengurangi kadar N jaringan daun, meningkatkan kadar Na dan kadar prolin jaringan daun. Skor aroma beras meningkat dengan penurunan tingkat kelembaban tanah, sedangkan kadar senyawa 2AP meningkat pada tingkat kelembaban tanah 80% KL dan berkurang pada tingkat kelembaban tanah 60 % dan 40% KL.

Kata Kunci: Senyawa 2-AP, kandungan proline, aroma padi, kelembaban tanah, padi gogo

ABSTRACT

Aroma quality of rice in addition to determined by genetik faktor is also influenced by environmental factors. One of those that significantly affected the aroma quality of aromatik upland rice is soil moisture. The stronger fragrant aroma of rice often occurs at relatively low soil moisture level, so that the grain obtained relatively low, So that when the aroma quality of rice increases, the grain yield is lower. The purpose of this research is to know the influence of soil moisture to both growth and yield components, yield as well as the aroma quality of three lokal varieties of aromatik upland rice from South West Sumba. The experiment was carried out factorially in a split-plot design with three replications. The

I G.B.Adwita Arsa^{1}, H.J.D. Lalel dan R. Pollo: Respon Komponen Pertumbuhan Dan Hasil*

first faktor was the level of soil moisture with four levels, namely: 100%, 80%, 60% and 40% FC and the second faktor was lokal varieties, namely: Lapale Kuhi, Kiku Lapale, and Panenggo. The observed variables included: vegetatif and reproductive characters, physiological characters and aroma quality. The data collected were analyzed by analysis of variance followed by the Honestly Significant Difference (HSD) Test at a 5% significance level. The results showed that: 1) Yield components and grain yield were the highest at 100% Field Capacity (FC) soil moisture level, and they were significantly lower at 40% FC soil moisture level, 2) Soil moisture level also significantly affected physiological characters, namely: N, Na, proline contents, and aroma quality of rice, 3) Decreasing the level of soil moisture reduces N content of leaves tissue, increases Na and proline contents of leaves tissue. Aroma score of rice increased with a decrease in soil moisture level, whereas 2-AP compound content of rice increased at soil moisture level 80 % FC and reduced both at 60% FC and 40% FC.

Keywords: 2-AP compound, proline content, rice aroma, soil moisture, upland rice.

PENDAHULUAN

Sumba Barat Daya merupakan salah satu daerah di Provinsi Nusa Tenggara Timur yang membudidayakan padi gogo lokal cukup luas. Jenis-jenis padi gogo lokal yang dikembangkan cukup beragam secara genetik. Beberapa di antaranya memiliki karakter kualitas beras yang baik, yaitu cita rasa pulen dengan aroma wangi yang kuat, sehingga potensial digolongkan sebagai beras premium. Hasil evaluasi terhadap sepuluh aksesori padi gogo lokal dari beberapa daerah di Kabupaten Sumba Barat Daya menunjukkan terdapat tiga aksesori padi gogo lokal aromatik yang memiliki kualitas aroma cukup kuat (Arsa, *et al.*, 2018). Kekuatan aroma padi gogo aromatik selain ditentukan oleh faktor genetik juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan (Rohilla *et al.*, 2000; Champagne, 2008). Salah satu faktor lingkungan yang perlu dievaluasi pengaruhnya lebih jauh adalah tingkat cekaman

kekeringan sebagai akibat perbedaan kelembaban tanah.

Penelitian interaksi faktor genetik dan cekaman kekeringan pada padi aromatik telah banyak dilaporkan oleh para peneliti terutama pengaruhnya terhadap senyawa 2- Asetil-1-Pirolin atau 2-AP, yaitu senyawa yang menentukan kekuatan aroma beras. Hasil penelitian Yoshihashi (2005) menyatakan bahwa cekaman kekeringan sampai tingkat tertentu bermanfaat meningkatkan aroma beras. Hal serupa juga diperoleh pada penelitian padi aromatik varietas Pare Wangi (Arsa *et al.*, 2016). Kadar 2AP beras varietas Pare Wangi pada tingkat kelembaban tanah 75% KL lebih tinggi daripada kelembaban tanah 100% KL, tetapi fakta tersebut tidak sejalan dengan hasil gabah per pot. Hubungan negatif antara peningkatan kadar 2-AP dan komponen hasil padi juga telah

dikemukakan pada penelitian lainnya (Kibria *et al.*, 2008).

Penurunan komponen hasil dan hasil tanaman akibat cekaman kekeringan merupakan salah satu masalah utama dalam pengembangan padi gogo di lahan kering. Cekaman kekeringan yang berlebihan sering terjadi akibat distribusi curah hujan yang tidak merata selama periode pertumbuhan tanaman. Secara langsung, cekaman kekeringan disebabkan oleh penurunan penyerapan air oleh akar tanaman dan atau kehilangan air melalui proses transpirasi secara berlebih selama siklus hidup tanaman (Farooq *et al.*, 2009). Cekaman kekeringan yang terjadi sejak fase vegetatif dan berlanjut ke fase generatif akan menyebabkan kehilangan hasil mencapai lebih dari 50% (Akram *et al.*, 2013). Kehilangan hasil pada varietas padi gogo yang rentan akan lebih tinggi daripada varietas yang toleran cekaman kekeringan. Untuk padi jenis aromatik, cekaman kekeringan pada tingkat moderat akan lebih menguntungkan dari pada tanpa cekaman atau cekaman kekeringan berlebihan (Yang *et al.*, 2012). Pada tingkat cekaman yang moderat akan tetap terjadi peningkatan pembentukan asam amino prolin tanpa menghambat penyerapan unsur hara secara nyata. Asam amino prolin adalah precursor dari senyawa 2-AP dalam proses biosintesis padi aromatik (Roychoudhury *et al.*, 2008; Gay *et al.*, 2010), sedangkan ketersediaan

unsur hara, baik unsur hara makro dan mikro, akan menentukan proses metabolisme tanaman secara keseluruhan. Selain itu beberapa unsur hara, seperti kadar N (Yang *et al.*, 2012), kadar P (Rohilla *et al.*, 2000) dan kadar Zn (Jin-xia *et al.*, 2009) dilaporkan terkait dengan peningkatan kadar 2-AP beras padi aromatik. Oleh karena itu cekaman kekeringan pada tingkat moderat kemungkinan akan menghasilkan kuantitas dan kualitas hasil yang optimal.

Tingkat kelembaban tanah yang dibutuhkan untuk memicu cekaman kekeringan secara moderat kemungkinan akan berbeda untuk varietas atau aksesori padi gogo aromatik yang berbeda. Perbedaan faktor genetik telah dilaporkan akan menentukan toleransi terhadap cekaman kekeringan melalui mekanisme tanaman menghadapi cekaman kekeringan. Varietas padi gogo yang toleran cekaman kekeringan dilaporkan memiliki kemampuan menghasilkan senyawa-senyawa osmotikum yang lebih baik dibandingkan dengan varietas yang tidak toleran (Levitt, 1980). Peningkatan senyawa osmotikum dalam jaringan daun akan memungkinkan penurunan tingkat tekanan osmotik jaringan daun terhadap tekanan osmotik jaringan akar, sehingga proses penyerapan air dan unsur hara tetap berlangsung (Nounjan *et al.*, 2012), akibatnya proses metabolisme varietas yang toleran kekeringan lebih baik daripada yang rentan terhadap kekeringan.

Ketiga aksesori padi gogo aromatik lokal asal Sumba Barat Daya telah dibudidayakan di lahan kering secara turun-temurun, namun responnya terhadap perbedaan tingkat kelembaban tanah belum diketahui dengan baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon komponen pertumbuhan dan hasil, serta kualitas aroma ketiga aksesori padi gogo aromatik asal Sumba Barat daya terhadap perbedaan kelembaban tanah.

METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian tahap ini menggunakan Rancangan Petak Terpisah dengan tiga ulangan. Sebagai Petak Utama adalah kelembaban tanah (W) yang terdiri atas empat taraf, yaitu: 100% Kapasitas Lapang (KL) (w1), 80% KL (w2), 60% KL (w3), dan 40% KL (w4), sedangkan sebagai anak petak adalah tiga varietas lokal padi gogo aromatik (V) yaitu: Pare Habunga Kuhu (V1), Pare Kiku Lapale (V2), dan Pare Panenggo ate (V3). Dengan demikian terdapat 12 kombinasi perlakuan dengan tiga ulangan atau 36 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan menggunakan dua pot penanaman (pot pengamatan destruktif dan non-destruktif), sehingga secara keseluruhan dibutuhkan 72 pot.

Pengamatan yang dilakukan meliputi: sifat vegetatif, sifat reproduktif, sifat fisiologis tanaman, dan kualitas aroma. Sifat vegetatif

meliputi: tinggi tanaman saat berbunga, jumlah anakan maksimum, dan luas daun saat berbunga. Sifat reproduktif meliputi: umur berbunga, umur panen, jumlah malai rumpun-1, jumlah gabah malai-1, bobot 100 butir gabah, persentase gabah hampa, dan hasil gabah. Sifat fisiologis tanaman meliputi: kadar N, P, K, Na, dan Zn jaringan daun, serta kadar prolin jaringan tanaman. Selanjutnya sifat kualitas aroma beras meliputi: kadar senyawa 2AP dan skor aroma beras.

Analisis Jaringan Tanaman

Analisis jaringan tanaman menggunakan jaringan daun selama periode berbunga. Dua daun teratas (daun kedua dan ketiga) dari setiap tanaman pada pot pengamatan destruktif diambil dan dicampur untuk semua ulangan, sehingga terdapat 12 contoh daun komposit untuk semua perlakuan. Penentuan kadar N, P, K, Na dan Zn dilakukan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atomik (Atomic Absorption Spectrophotometer) (Perkin Elmer 3110) mengikuti metode baku AOAC (1970)

Kadar Prolin Bebas Tanaman

Pengukuran kandungan prolin mengikuti metode Bates et al (1973). Prinsip kerjanya mereaksikan antara prolin (asam amino) dengan ninhydrin sehingga membentuk senyawa kompleks berwarna pink yang dapat terdeteksi pada

panjang gelombang 520 nm. Prosedur analisis dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut. Contoh daun dimasukkan dalam mortar dan dihancurkan sampai halus. Sebanyak 0,5 g contoh daun yang sudah dihaluskan tersebut ditambahkan 10 mL asam sulfosalisilat 3%, kemudian diaduk. Setelah itu filtrat disaring dengan kertas filter (Whatman no.40). Filtrat yang telah disaring diambil sebanyak 2 mL untuk direaksikan dengan 2 mL asam ninhidridan 2 mL asam asetat glacial. Proses ini dilakukan dalam tabung reaksi pada suhu 100 °C selama 1 jam dan kemudian dihentikan dengan merendam tabung reaksi pada air dingin (cairan es). Ekstrak prolin diperoleh dengan cara menambahkan 4 mL toluen ke dalam campuran filtrat selama 20 detik, kemudian diaduk dengan alat pengaduk (test tube stirrer) dan didiamkan pada suhu kamar agar terjadi pemisahan fase toluen dan fase air. Fase toluen diukur absorbannya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 520 nm (toluen digunakan sebagai blanko). Jumlah KPB dihitung dengan kurva regresi yang dihasilkan menggunakan larutan standard.

KPB ($\mu\text{mol}\cdot\text{bobot}\ \text{segar}^{-1}$) merupakan perbandingan antara ($\mu\text{g}\ \text{prolin}\cdot\text{mL}^{-1} \times \text{mL}\ \text{toluen}$) 115.13 $\mu\text{g}\cdot\mu\text{mol}^{-1}$) dengan (g sampel/5).

Kualitas Aroma

Uji Organoleptik

Uji organoleptik dengan metode sensori atau penciuman dan dikunyah akan dilakukan

oleh 5 orang panelis yang sudah dilatih untuk menilai aroma dan cita rasa dari nasi . Setiap contoh beras komposit dari setiap perlakuan dimasukkan sebanyak 5 g dalam tabung reaksi kemudian diberi air sebanyak 15 ml. dan ditutup aluminium foil. Selanjutnya tabung reaksi dikocok selama 10 menit dan dimasak selama 15 menit. Hasilnya dipindahkan ke cawan petri dan dimasukkan dalam kulkas selama 20 menit. Nasi yang telah didinginkan kemudian dicium dan dikunyah oleh panelis yang telah disiapkan. Skor yang digunakan memiliki selang 0 - 4 yang menggambarkan kriteria aroma, masing-masing skor 0 = tidak beraroma, 1 = agak beraroma, 2 = cukup beraroma, 3 = beraroma dan 4 = sangat beraroma.

Kandungan Senyawa 2-AP

Pengukuran kandungan senyawa 2AP beras dilakukan menggunakan contoh beras komposit setiap perlakuan mengikuti metode Lalel *et al.*, (2003) dan Wongpornchai *et al.* (2004).

Data pengamatan dianalisis dengan analisis ragam menggunakan aplikasi MS Excel 2007. Selanjutnya perbandingan rerata pengaruh utama perlakuan dianalisis dengan uji BNJ pada taraf nyata 5% dan pengaruh interaksi perlakuan dianalisis dengan analisis regresi. Hubungan antar variabel pengamatan dianalisis dengan analisis korelasi sederhana.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Vegetatif dan Reproduksi Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi tingkat kelembaban tanah dan varietas padi gogo lokal tidak berpengaruh terhadap sifat vegetatif dan reproduktif kecuali terhadap luas daun dan bobot 100 bulir gabah. Pengaruh utama tingkat kelembaban tanah berpengaruh terhadap seluruh data pengamatan vegetatif dan reproduktif tanaman, sedangkan pengaruh utama varietas hanya nyata pada pengamatan luas daun (Tabel 1).

Komponen vegetatif dan reproduktif tanaman menunjukkan keragaan terbaik pada tingkat 100% KL. Penurunan tinggi tanaman akibat penurunan tingkat kelembaban tanah secara nyata terlihat pada 40% KL, demikian halnya dengan luas daun. Penurunan jumlah anakan terlihat nyata pada 60% KL dibandingkan dengan tingkat kelembaban tanah 100% KL. Umur berbunga nyata tertunda (sekitar 7 hari) pada tingkat kelembaban tanah 60% KL dibandingkan dengan 100% KL (Tabel 2). Penurunan luas daun pada tingkat kelembaban tanah yang lebih rendah juga ditentukan oleh meningkatnya jumlah daun terbawah yang mengalami penuan lebih dini. Hal

ini juga dilaporkan oleh Kuixian *et al.* (2012) pada penurunan luas daun tanaman padi yang mengalami cekaman kekeringan.

Keragaan karakter vegetatif dan reproduktif yang terhambat pertumbuhannya pada tingkat kelembaban tanah 40% KL dan 60% KL dibandingkan dengan 100% KL disebabkan oleh berkurangnya jumlah air yang diserap oleh akar tanaman untuk memenuhi kebutuhan proses metabolisme dan pembentukan sel atau jaringan tanaman secara optimal. Air dibutuhkan dalam jumlah yang semakin banyak seiring dengan pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pertumbuhan fase vegetatif tanaman, seperti: tinggi tanaman, jumlah anakan dan luas daun tanaman akan lebih lambat ketika sel tanaman mengalami deficit air. Keterlambatan fase vegetatif dan cekaman kekeringan yang berlanjut kemudian menghambat umur berbunga dan perkembangan fase reproduktif berikutnya. Keterlambatan tanaman berbunga kemudian berpengaruh pada umur panen, yaitu makin rendah tingkat kelembaban tanah, semakin lambat umur panen.

Tabel 1. Hasil Analisis Ragam Karakter Pertumbuhan Vegetatif dan Reproduksi Tanaman.

Karakter Tanaman	Pengaruh Utama		Interaksi
	Kelembaban Tanah (W)	Varietas (V)	W x V
Tinggi Tanaman (cm)	**	ns	ns
Jumlah Anakan Maksimum	**	ns	ns
Luas Daun (cm ²)	**	**	**
Saat Berbunga (HST)	**	ns	ns
Saat Panen (HST)	*	ns	ns
Periode Pengisian Biji (hari)	*	ns	ns
Jumlah Malai per Rumpun	*	ns	ns
Jumlah Gabah per Malai	*	ns	ns
Gabah Hampa (%)	*	ns	ns
Bobot 100 Gabah (g)	*	ns	*
Hasil Gabah (grumpun ⁻¹)	*	ns	ns

Keterangan: ns= tidak berbeda nyata; *,**= masing-masing berbeda nyata pada nilai-p ≤ 0.05 dan $p \leq 0.01$.

Tabel 2. Respon Karakter Vegetatif dan Reproduksi Tiga Varietas Lokal Padi Gogo terhadap Kelembaban Tanah

Perlakuan	Karakter Vegetatif dan Reproduksi ¹⁾					
	TT	JA	LD	UB	UP	PPB
Varietas Lokal						
v1= Habunga Kuhi	135,13a	10,33a	2386,61a	100,33a	137,67a	37,33a ²⁾
v2= Kiku Lapale	131,33a	11,33a	2804,91b	101,42a	136,67a	35,25a
v3= Panenggo	127,71a	10,42a	2515,26ab	101,92a	139,58a	37,67a
BNJ 0.05	8,38	1,89	247,88	2,11	4,99	5,37
Kelembaban Tanah (% KL)						
w1= 100% KL	141,06 b	13,44 c	3402,44 b	95,44 a	131,22 a	35,78ab
w2= 80% KL	131,84 ab	11,33 bc	2886,16 b	97,44 ab	139,11ab	41,67b
w3= 60% KL	132,28 ab	9,22 ab	2401,21 b	102,89 b	140,22 b	37,33ab
w4= 40% KL	120,38 a	8,78 a	1585,99 a	109,11 c	141,33 b	32,22a
BNJ 0.05	13,22	2,35	1036,57	5 76	9,01	3,21

Keterangan: ¹⁾TT=tinggi tanaman saat Berbunga (cm), JA= jumlah anakan maksimum, LD= luas daun saat berbunga (cm²), UB= umur berbunga (HST), UP= saat panen (HST), PPB= periode pengisian biji (hari); ²⁾Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata menurut uji BNJ ($p \leq 0.05$); KL= Kapasitas Lapang.

Selisih umur panen dan umur berbunga merupakan waktu yang dibutuhkan untuk bulir gabah terbentuk, kemudian mengalami fase pengisian dan fase pematangan. Pada tingkat kelembaban tanah 60% KL, periode pengisian

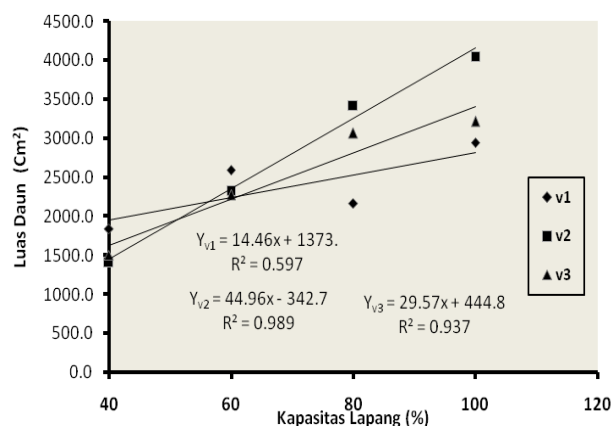
biji tidak berbeda nyata dengan tingkat kelembaban tanah 100% KL dan 80% KL, tetapi pada tingkat kelembaban tanah 40% periode pengisian biji nyata lebih rendah daripada 100% KL dan 80% KL. Hal ini menunjukkan setelah

fase pembungaan kebutuhan air tanaman untuk melangsungkan proses metabolisme tanaman semakin tinggi, sehingga tidak dapat dipenuhi secara optimal ketika kelembaban tanah dipertahankan pada tingkat kelembaban tanah 40% KL (Tabel 2).

Hasil analisis ragam menunjukkan tidak terdapat perbedaan keragaan komponen pertumbuhan vegetatif dan reproduktif antar varietas lokal yang dievaluasi, kecuali pada luas daun. Hal ini menunjukkan ketiga varietas lokal tersebut memiliki kemiripan secara genetik, sehingga respon karakter tanaman terhadap faktor lingkungan juga tidak berbeda nyata (Tabel 2). Perbedaan nama varietas dengan demikian tidak mencerminkan perbedaan faktor genetik, tetapi lebih terkait dengan daerah pengembangan varietas tersebut. Kondisi lingkungan tumbuh daerah pengembangan yang hampir sama menyebabkan setiap varietas tersebut tidak mengalami banyak perubahan, walaupun telah diberi perbedaan nama varietas oleh para petani setempat.

Perbedaan respon luas daun tanaman antar varietas lokal terhadap perubahan tingkat kelembaban tanah disajikan pada Gambar 1. Varietas v2 menunjukkan respon penurunan luas daun lebih tajam dibandingkan v1 dan v3 terhadap penurunan tingkat kelembaban tanah, sedangkan v1 dan v3 menunjukkan tingkat

penurunan luas daun yang hampir sama. Pada tingkat kelembaban tanah 80% KL dan 100% KL luas daun v2 lebih tinggi daripada v1 dan v3, namun cenderung lebih rendah pada tingkat kelembaban tanah 40% KL dan 60% KL. Respon luas daun tanaman terhadap tingkat kelembaban tanah terlihat sejalan dengan respon bobot 100 butir gabah yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh tingkat kelembaban tanah terhadap luas daun tiga varietas padi gogo lokal pada fase berbunga; v1= Habunga Kuhi, v2= Kiku Lapale, dan v3= Panenggo

Komponen Hasil

Tabel 3 menunjukkan bahwa keragaan komponen hasil dan hasil gabah terbaik diperlihatkan pada tingkat kelembaban tanah 100% KL. Penurunan tingkat kelembaban tanah nyata mengurangi jumlah malai pada tingkat kelembaban tanah 40% KL namun pengaruhnya belum berbeda nyata sampai kelembaban tanah 60% KL. Hal yang sama juga ditunjukkan oleh data bobot 100 bulir gabah. Penurunan

kelembaban tanah telah nyata mengurangi jumlah bulir per malai pada tingkat kelembaban tanah 80% KL dan nyata makin berkurang pada tingkat kelembaban tanah 40% KL. Selanjutnya persentase gabah hampa semakin meningkat dengan penurunan tingkat kelembaban tanah dan memperlihatkan peningkatan yang nyata pada tingkat kelembaban tanah 40% KL dibandingkan 100% KL.

Uraian di atas menunjukkan bahwa pada fase reproduktif tanaman, cekaman kekeringan terutama pada fase pembungaan dan tahap awal pembentukan biji menyebabkan pengurangan yang cukup banyak pada jumlah biji per malai.

Pengurangan ini sudah terlihat pada tingkat kelembaban tanah 80% KL dan belum terlihat pengaruhnya pada jumlah malai dan bobot 100 butir gabah. Penurunan jumlah bulir per malai kemungkinan diawali oleh kegagalan dalam proses pembentukan atau perkembangan bunga, kemudian diikuti oleh kegagalan proses penyerbukan, atau kemungkinan terjadi aborsi zigot atau calon embrio seperti dikemukakan oleh Jaleel et al. (2009) mengenai tanaman yang mengalami cekaman kekeringan selama fase reproduktif. Pada akhirnya jumlah bulir per malai berkurang dan gabah hampa meningkat.

Tabel 3. Respon Komponen Hasil Tiga Varietas Lokal Padi Gogo terhadap Kelembaban Tanah

Treatment	Komponen Hasil ¹⁾				
	JM	JG	GH	B100	HG
Varietas Lokal					
v1= Habunga Kuhi	7,92	129,25	18,11	2,58	19,44
v2= Kiku Lapale	8,00	131,08	20,07	2,53	18,92
v3= Panenggo	7,33	132,25	18,96	2,53	18,50
BNJ 0,05	1,70	23,10	5,28	0,14	3,38
Kelembaban Tanah (% KL)					
w1= 100% KL	9,56 b	179,11c	14,64 a	2,75 b	31,18 d ²⁾
w2= 80% KL	8,78 b	133,78b	16,96 ab	2,59 b	22,10 c
w3= 60% KL	7,89 b	111,89ab	21,64 ab	2,52 ab	14,75 b
w4= 40% KL	4,78 a	98,67a	22,93 b	2,33 a	7,77 a
BNJ 0,05	3,63	25,13	7,49	0,26	6,03

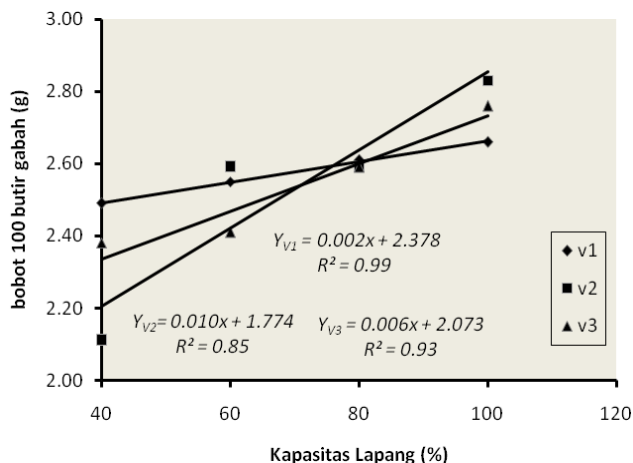
Keterangan: ¹⁾ JM= jumlah malai per rumpun, JG= jumlah gabah per malai, GH= gabah hampa (%), B100= bobot 100 butir gabah (g), HG= hasil gabah (g. rumpun⁻¹). ²⁾ Rerata yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNJ ($p \leq 0.05$). KL= Kapasitas Lapang.

Lebih lanjut Jaleel et al. (2009) menyatakan bahwa kegagalan dalam proses penyerbukan pada fase pembungaan, disebabkan karena cekaman kekeringan berpengaruh terhadap status

air organ bunga yang sedang berkembang, energi potensial air dalam sel tanaman berkurang dan mempengaruhi kesiapan putik menerima serbuk

sari. Akibatnya sinkronisasi proses penyerbukan terhambat.

Hasil biji per rumpun ditentukan oleh komponen hasil tanaman secara keseluruhan. Pada tingkat kelembaban 100% KL terlihat semua komponen hasil lebih tinggi daripada tingkat kelembaban tanah yang lebih rendah, yang akhirnya menentukan tingkat kelembaban tanah 100% KL mencapai hasil tertinggi dan sebaliknya tingkat kelembaban tanah 40% KL memberikan hasil yang nyata lebih rendah (Tabel 3).



Gambar 2. Pengaruh tingkat kelembaban tanah terhadap bobot 100 butir gabah tiga varietas padi gogo lokal; v1= Habunga Kuhi, v2= Kiku Lapale, dan v3= Panenggo.

Karakter Fisiologi

Hasil analisis ragam tingkat kelembaban tanah dan varietas terhadap sifat fisiologi tanaman, yang meliputi kadar N, P, K, Na dan

Zn jaringan daun, kadar prolin daun dan skor aroma beras menunjukkan tidak terdapat pengaruh interaksi antara tingkat kelembaban tanah dan varietas terhadap seluruh sifat tersebut. Pengaruh nyata hanya ditunjukkan oleh tingkat kelembaban tanah terhadap kandungan N dan Na jaringan daun (Tabel 4).

Tabel 5 menunjukkan bahwa kadar N varietas lokal Panenggo (v3) cenderung lebih rendah dari varietas lokal Habunga Kuhi (v1) dan Kiku Lapale (v2), tetapi kadar Na jaringan daun menunjukkan kecenderungan sebaliknya, yaitu kadar Na dari v3 lebih tinggi daripada v1 dan v2. Selanjutnya kadar P, K dan Zn jaringan daun hampir sama antar varietas lokal. Kadar unsure hara N jaringan daun sejalan dengan kecenderungan data tinggi tanaman, tetapi tidak sejalan dengan karakter vegetatif dan generatif lainnya (Tabel 2). Kecenderungan perbedaan kadar N jaringan daun juga tidak menyebabkan perbedaan komponen hasil dan hasil tanaman (Tabel 3). Hal ini kemungkinan karena perbedaan kadar N jaringan daun tidak signifikan antar varietas dan perbedaan tersebut juga tidak didukung oleh peningkatan serapan unsure hara penting lainnya, yaitu unsure hara P dan K yang fungsinya bersama-sama dengan unsure hara N sangat penting dalam meningkatkan laju proses fisiologi tanaman.

Tabel 4. Hasil Analisis Ragam untuk Karakter Fisiologi Tanaman dan Kualitas Aroma Beras

Karakter Fisiologi	Pengaruh Utama		Interaksi
	Kelembaban Tanah (S)	Varieties (V)	W x V
N (%)	**	ns	ns
P (%)	ns	ns	ns
K (%)	ns	ns	ns
Na(%)	*	ns	ns
Zn(ppm)	ns	ns	ns
Prolin ($\mu\text{mol g}^{-1}\text{BS}$)	**	ns	ns
2AP (ppb)	-	-	-
Skor Aroma	**	ns	ns

Keterangan: ns= tidak berbeda nyata; *,**= masing-masing berbeda nyata pada nilai- $p \leq 0.05$ dan $p \leq 0.01$. -= Data 2AP diamati tanpa ulangan, sehingga tidak dilakukan analisis ragam.

Tabel 5. Pengaruh Kelembaban Tanah terhadap Kadar N, P, K, Na, and Zn Jaringan Daun Tiga Varietas Lokal Padi Gogo

Perlakuan	Kadar (jaringan daun) ¹⁾				
	N (%)	P (%)	K (%)	Na (%)	Zn (ppm)
Varietas Lokal					
v1= Habunga Kuhi	2,10	0,74	1,47	0,98	82,08
v2= Kiku Lapale	2,10	0,76	1,47	0,99	81,22
v3= Panenggo	2,03	0,75	1,46	1,11	81,55
BNJ 0,05	0,17	0,08	0,05	0,17	2,87
Kelembaban Tanah					
w1= 100% KL	2,26 c	0,83	1,54	1,03 ab ²⁾	80,78
w2= 80% KL	2,14 bc	0,74	1,49	0,97 a	81,76
w3= 60% KL	2,08 b	0,75	1,44	0,96 a	81,32
w4= 40% KL	1,83 a	0,69	1,40	1,15 b	82,60
BNJ 0,05	0,17	0,16	0,17	0,15	2,14

Keterangan: ¹⁾N (%)= kadar nitrogen, P (%)= kadar fosfor, K (%)= kadar kalium, Na (%)= kadar natrium, Zn= kadar seng; 2) Rerata yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata menurut uji BNJ ($p \leq 0.05$). KL= Kapasitas Lapang.

Tabel 5 juga memperlihatkan bahwa tingkat kelembaban tanah 60% dan 40% KL nyata mengurangi kadar N jaringan daun tanaman dibandingkan dengan 100% KL. Sebaliknya terjadi peningkatan serapan kadar Na jaringan daun pada tingkat kelembaban tanah

40% KL. Perbedaan kadar P, K dan Zn jaringan daun tidak nyata akibat perubahan tingkat kelembaban tanah. Penurunan kadar N jaringan daun pada tingkat kelembaban yang rendah tentunya dapat menjelaskan penurunan keragaan karakter vegetatif, generatif dan komponen hasil tanaman yang dikemukakan (Tabel 2 dan 3).

Sebab serapan N yang rendah di antaranya akan berakibat pada berkurangnya pembentukan klorofil, asam amino (protein dan enzim) serta

pada akhirnya akan menekan laju proses metabolisme tanaman dan menghambat proses pembelahan sel tanaman.

Tabel 6. Kadar Prolin Jaringan Daun, Kadar 2AP dan Skor Aroma Tiga Varietas Lokal Padi Gogo sebagai Respon terhadap Kelembaban Tanah

Perlakuan	Kadar Prolin ($\mu\text{mol.g}^{-1}\text{BS}$)	Kadar 2AP (ppb)	Skor Aroma
Varietas Lokal			
v1= Habunga Kuhi	6,20a	2,49	2,63a ¹⁾
v2= Kiku Lapale	6,24a	3,16	2,50a
v3= Panenggo	5,65a	2,27	2,29a
BNJ 0,05	2,30	-	0,40
Kelembaban Tanah (% KL)			
w1= 100% KL	3,74 a	1,69	1,94 a
w2= 80% KL	4,63 ab	3,17	2,39 ab
w3= 60% KL	7,56 bc	2,77	2,72 b
w4= 40% KL	8,19 c	2,93	2,83 b
BNJ 0,05	3,10	-	0,58

Keterangan: ¹⁾Rerata yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata menurut uji BNJ ($p \leq 0.05$); BS= Bobot Segar, KL= Kapasitas Lapang.

Fakta yang telah disajikan di atas dimana respon karakter vegetatif, generatif, komponen hasil tanaman dan serapan unsure hara N, P, K, Na dan Za jaringan daun yang tidak berbeda nyata antar varietas sesungguhnya mencerminkan kemiripan sifat genetik antar varietas untuk sifat-sifat tersebut. Selanjutnya respon yang tidak berbeda antar varietas juga ditunjukkan pada kadar prolin dan skor aroma beras (Tabel 6). Namun demikian hubungan antara kadar prolin dan kadar 2AP beras pada penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian dari beberapa peneliti sebelumnya (Yang *et al.*, 2012; Roychoudury *et al.*, 2008). Perbedaan kadar prolin antar varietas tanaman

memperlihatkan kecenderungan yang sama dengan perbedaan kadar 2AP beras (Tabel 9). Kadar prolin varietas v1 dan v2 yang lebih tinggi daripada v3 memperlihatkan kadar 2AP beras v1 dan v2 yang lebih tinggi daripada v3. Hal ini memperkuat pendapat bahwa asam amino prolin yang terbentuk pada padi aromatik akan menghasilkan senyawa 2AP (Kibria *et al.*, 2008; Fitzgerald *et al.*, 2010). Senyawa 2AP merupakan senyawa metabolit sekunder yang telah diketahui menentukan kualitas aroma beras, yaitu aroma wangi menyerupai daun pandan (Champagne, 2008). Yang berarti semakin tinggi kadar 2AP beras berarti semakin tinggi skor aroma beras sebagai respon terhadap

penurunan tingkat kelembaban tanah. Kecenderungan demikian diperlihatkan pada Tabel 6 dan didukung dengan hasil analisis korelasi yang positif antara data skor aroma beras dengan kadar 2AP (Tabel 7). Tingkat akurasi penilaian aroma beras melalui uji organoleptik dengan metode penciuman sangat dipengaruhi oleh kadar senyawa 2AP beras. Pada kadar 2AP kurang dari 7,0 ppb aroma wangi daun pandan beras sangat tidak stabil atau cepat berkurang setelah beberapa saat.

Perbedaan tingkat kelembaban tanah juga terlihat nyata mempengaruhi kadar prolin. Pada tingkat kelembaban tanah yang semakin rendah menyebabkan kadar prolin yang semakin tinggi (Tabel 6). Kadar prolin tertinggi terjadi pada tingkat kelembaban tanah 40% KL, sedangkan terendah pada 100% KL. Peningkatan asam amino prolin dengan penurunan tingkat kelembaban tanah merupakan respon tanaman menghadapi cekaman kekeringan melalui pembentukan senyawa osmotikum, di antaranya asam amino prolin. Fakta ini sejalan dengan pendapat yang menyatakan bahwa asam amino prolin sering dijumpai meningkat pada tanaman yang tercekam kekeringan (Mohammadkhani dan Heidari, 2008; Akmal, 2008).

Peningkatan kadar prolin sebagai respon terhadap penurunan tingkat kelembaban tanah ternyata tidak diikuti dengan peningkatan kadar 2AP beras pada tingkat kelembaban tanah 60%

KL dan 40% KL. Kadar 2AP beras tertinggi dicapai pada tingkat kelembaban tanah 80% KL. Hasil ini sejalan dengan respon padi gogo aromatik varietas Pare Wangi terhadap cekaman kekeringan yang menunjukkan kadar 2AP tertinggi pada tingkat kelembaban tanah 75% KL dan kadar 2AP lebih rendah pada tingkat kelembaban tanah 100% KL dan 50% KL (Arsa *et al.*, 2016). Hal ini kemungkinan disebabkan karena selain sebagai precursor dalam biosintesis senyawa 2AP (Bradbury, 2009; Fitzgerald *et al.*, 2010), prolin juga sebagai osmoprotektan yang digunakan untuk melakukan penyesuaian metabolit menghadapi cekaman kekeringan (Mohammadkhani dan Heidari, 2008). Pada tingkat cekaman yang lebih tinggi, prolin endogen yang terbentuk kemungkinan lebih banyak digunakan sebagai osmoprotektan dari pada sebagai precursor senyawa 2AP.

Peningkatan senyawa 2AP dan skor aroma beras sebagai respon terhadap peningkatan cekaman kekeringan atau penurunan tingkat kelembaban tanah (Tabel 6) tidak menunjukkan hubungan yang jelas. Skor aroma beras terus meningkat dengan penurunan tingkat kelembaban tanah, sedangkan kadar senyawa 2AP menunjukkan penurunan pada tingkat kelembaban tanah yang lebih rendah, yaitu 60% KL dan 40% KL.

Korelasi Karakter Tanaman

Hasil analisis korelasi (Tabel 7) antar kadar N, P, K, Na, dan Zn jaringan daun menunjukkan korelasi positif yang nyata antara N dengan P, N dengan K dan P dengan K. Fakta ini sejalan dengan fungsi ketiga unsure tersebut sebagai unsure makro esensial yang sangat penting dalam proses fisiologi tanaman, sehingga ketiga unsure tersebut dibutuhkan dalam jumlah relative banyak. Korelasi negatif antara N dengan Na dan P dengan Zn menunjukkan peningkatan penyerapan N terjadi pada saat penyerapan Na berkurang dan sebaliknya, demikian halnya dengan penyerapan P dan Zn.

Korelasi negatif nyata terlihat antara kadar N, P, K jaringan daun dengan kadar prolin. Peningkatan serapan ketiga unsure tersebut justru terlihat mengurangi kadar prolin jaringan daun. Peningkatan serapan unsure N, P, dan K sejalan dengan peningkatan kelembaban tanah atau kondisi cekaman kekeringan yang semakin berkurang, dimana pembentukan prolin menjadi

berkurang. Sebaliknya kadar prolin akan meningkat ketika serapan unsure N, P, dan K berkurang.

Hasil analisis korelasi menunjukkan tidak terdapat korelasi yang nyata antara kadar prolin dengan kadar 2AP beras. Fakta ini menunjukkan bahwa peningkatan prolin pada jaringan daun padi pada fase pembungaan tidak dimanfaatkan sebagai prekursor pembentukan senyawa 2AP, tetapi kemungkinan lebih bermanfaat sebagai osmoprotentan atau pengendali tekanan osmotik akibat cekaman kekeringan. Peningkatan kadar prolin jaringan daun terlihat meningkatkan kadar senyawa 2AP beras ketika tingkat kelembaban tanah mencapai 80% KL. Selanjutnya peningkatan kadar prolin jaringan daun justru diikuti oleh pengurangan kadar senyawa 2AP beras ketika kelembaban tanah mencapai 60% KL dan 40% KL (Tabel 6). Oleh Karena itu secara umum kadar prolin tidak berkorelasi nyata positif dengan kadar 2AP beras.

Tabel 7. Hasil Analisis Korelasi Sederhana Antar Karakter Fisiologis Tanaman

r	P (%)	K (%)	Na (%)	Zn (ppm)	Pro	2AP	Arm
N (%)	0,68**	0,70**	-0,56*	-0,32 ^{ns}	-0,60*	-0,14 ^{ns}	-0,18 ^{ns}
P (%)		0,64*	-0,04 ^{ns}	-0,61*	-0,56*	-0,09 ^{ns}	-0,12 ^{ns}
K (%)		-	-0,30 ^{ns}	-0,36 ^{ns}	-0,58*	-0,19 ^{ns}	-0,22 ^{ns}
Na (%)			-	0,05 ^{ns}	0,15 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	0,02 ^{ns}
Zn (ppm)				-	0,26 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,17 ^{ns}
Pro					-	0,12 ^{ns}	-0,01 ^{ns}
2AP						-	0,79**

Keterangan: ns= tidak berkorelasi nyata, *,** = masing-masing berkorelasi nyata pada taraf nyata 5% and 1%, Pro= kadar prolin ($\mu\text{mol. g}^{-1}\text{BS}$), 2AP= kadar 2AP, Arm= skor aroma.

Kadar prolin juga tidak menunjukkan korelasi yang nyata dengan skor aroma. Hal ini merupakan akibat dari korelasi positif yang nyata antara kadar senyawa 2AP dengan skor aroma (Tabel 7). Skor aroma merupakan hasil uji organoleptik dengan metode penciuman terhadap aroma wangi beras yang telah dipanaskan dalam air atau ditanak menjadi nasi. Ketika beras dipanaskan, maka senyawa 2AP yang bersifat volatile menguap dan tercium aroma wangi menyerupai aroma wangi daun pandan. Semakin tinggi kadar 2AP beras maka semakin kuat aroma wangi atau skor aroma makin tinggi.

KESIMPULAN

Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa:

1. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi tingkat kelembaban tanah dan varietas padi gogo lokal berpengaruh terhadap luas daun dan bobot 100 bulir gabah. Selanjutnya tingkat kelembaban tanah berpengaruh terhadap seluruh variabel vegetatif dan generatif tanaman (tinggi tanaman, jumlah anakan maksimum, luas daun, umur berbunga, jumlah malai, jumlah bulir per malai, persentase gabah hampa, bobot 100 bulir gabah dan bobot biji per rumpun), sedangkan perbedaan varietas hanya nyata pada data luas daun.
2. Keragaan komponen vegetatif dan reproduktif tanaman menunjukkan pertumbuhan terbaik pada tingkat 100% KL. Keragaan karakter vegetatif dan generatif terhambat pertumbuhannya pada tingkat kelembaban tanah 40% KL dan 60% KL dibandingkan dengan 100% KL.
3. Komponen hasil dan hasil gabah terbaik diperlihatkan pada tingkat kelembaban tanah 100% KL. Tingkat kelembaban tanah 60% KL belum nyata mengurangi jumlah malai, dan baru nyata pada tingkat kelembaban tanah 40% KL.
4. Hasil analisis ragam terhadap data sifat fisiologis tanaman menunjukkan tidak terdapat pengaruh interaksi antara tingkat kelembaban tanah dan varietas terhadap seluruh sifat tersebut. Pengaruh nyata hanya ditunjukkan oleh tingkat kelembaban tanah terhadap kandungan N dan Na jaringan daun.
5. Tingkat kelembaban tanah terlihat nyata mempengaruhi kadar prolin. Pada tingkat kelembaban tanah yang semakin rendah terlihat kadar prolin semakin tinggi.

6. Skor aroma beras meningkat dengan penurunan tingkat kelembaban tanah, sedangkan kadar senyawa 2AP menunjukkan peningkatan pada tingkat kelembaban 80% KL dan penurunan pada tingkat kelembaban tanah 60% KL dan 40 % KL..

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Direktur Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Dirjen Dikti, Kementerian Ristek Dikti atas dukungan dana yang diberikan terhadap penelitian ini melalui skema Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi (PDUPT) Tahun Anggaran 2019.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmal. 2008. Strategi pemuliaan jagung untuk karakter toleransi terhadap cekaman kekeringan. *Percikan*. 92, ISSN: 0854-8986.
- Akram HM, Ali A, Sattar A, Rehman HSU, and Bibi A. 2013. Impact of water deficit stress on various physiological and agronomic traits of three Basmati rice (*Oryza sativa L.*) cultivar. *J. Anim. Plant Sci.* 23(5): 1415-1423.
- AOAC. 1970. Official Methods of Analysis (11th ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.
- Arsa IGBA, Lalel HJD, Pollo R. 2018. Evaluasi Kualitas Aroma dan Kualitas Beras Varietas Lokal Padi Gogo Asal SBD di Tingkat Petani. Prosiding Semnas Pertanian V: Pengelolaan Pertanian Lahan Kering Berkelanjutan untuk Menunjang Kedaulatan Pangan. Kupang, 26 Oktober 2018.
- Arsa IGBA, Ariffin A, Aini N, Lalel HJD. 2016. Evaluation of Grain Yield and Aroma of Upland Rice (Pare Wangi Var.) as Response to Soil Moisture and Salinity. *Current Agric. Res. J.*, 4(1): 35-46. <http://dx.doi.org/10.12944/CARJ.4.1.03>.
- Arsa IGBA, Lalel HJD, Adu Tae ASJ. 2011. Study of determining factors in productivity and quality of pare wangi variety aromatik paddy in dry land NTT. Research Grant from High Education Directorate, Cultural and Education Ministry of Indonesia (Unpublished, Indonesia).
- Bhonsle SJ and Krishman S. 2010. Grain quality and organoleptic analysis of aromatik rice varieties of Goa, India. *Journal of Agriculture Science* 2(3): September 2010.
- Bradbury LMT. 2009. Identification of the gene responsible for fragrance in rice and characterisation of the enzyme transcribed from this gene and its homologs. ePublications@SCU. Southern Cross University.Theses. (Unpublished)
- Buttery RG, Ling LC, Juliano BO. 1982. 2-Acetyl-1-pyrroline: an important aroma component of cooked rice. *Chem Ind (Lond)* 12: 958-9.
- Champagne ET. 2008. Rice Aroma and Flavor : A Literature Review. *Cereal Chem.* 85 (4): 445-454.
- Farooq, M., S.M.A. Basra, A. Wahid, N. Ahmad, and B.A. Saleem. 2009. Improving the

- drought tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) by exogenous application of salicylic acid. *J. Agronomy & Crop Science*, 2009. ISSN: 0931-2250.
- Farooq M, Basra SMA, Wahid A, Cheema ZA, Cheema MA, dan Khaliq A, 2008. Physiological role of exogenously applied Glycinebetaine to improve drought tolerance in fine grain aromatic rice (*Oryza sativa* L.). *J. Agronomy & Crop Science*, 2008. ISSN: 0931-2260.
- Fitzgerald TL, Ean Waters DL, Brooks LO, and Henry RJ. 2010. Fragrance in rice (*Oryza sativa*) is associated with reduced yield under salt treatment. *Environmental and Experimental Botany*, 68:292-300.
- Gay F, Maraval I, Roques S, Gunata Z, Boulanger R, Audebert A, Mestres C. 2010. Effect of salinity on yield and 2-acetyl-1-pyrroline content in the grains of three fragrant rice cultivars (*Oryza sativa* L.) in Camargue (France). *Field Crops Research* 117: 154-160.
- Jaleel CA, Manivannan P, Wahid A, Farooq M, Al-Juburi HJ, Somasundaram R and Panneerselvam R. 2009. Drought Stress in Plant: A Review on Morphological Characteristics and Pigments Composition. *Int. J. Agric. Biol.*, 11(1): 100-105.
- Jin-xia H, Xiao Di, Yang DM, Hua T, Guo-xi L, Ke-you Z, Xiang-ru T. 2009. Effects of Different Applications of ZnCl₂ on the Yield and Aroma Content of Aromatic Rice. College of Agronomy, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China.
- Kibria K, Islam MM, and Begum SN, 2008. Screening of aromatic rice lines by phenotypic and molecular markers. *Bangladesh J. Bot.* 37(2): 141-147.
- Kuixian Ji, Wang Y, Sun W, Lou Q, Mei H, Shen S, and Chen H. 2012. Drought-responsive mechanisms in rice genotypes with contrasting drought tolerance during reproductive stage. *J. of Plant Physio.*, 169: 336-344.
- Lalel HJD, Singh Z, Tan SC. 2003. Aroma volatiles production during fruit ripening of 'Kensington Pride' mango. *Postharvest Biology and Technology*, 27:323-336.
- Levitt J. 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses. Vol II Water Radiation, Salt and Other Stresses. Academic Press, New York.
- Lestari AP, Abdullah B, Junaedi A, Aswidinnoor H. 2011. Performance of grain quality and aroma of aromatic new plant type promising rice lines. *Indonesian Journal of Agricultural Science*, 12 (2): 84-93.
- Mohammadkhani, N and Heidari R. 2008. Drought-induced accumulation of Soluble Sugars and Proline in Two Maize Varieties. *World Applied Sci. J.*, 3(3): 448-453.
- Nounjan N, Nghia PT, and Theerakulpisut P. 2012. Exogenous proline and trehalose promote recovery of rice seedling from salt-stress and differentially modulate antioxidant enzymes and expression of related genes. *J. of Plant Physio.*, 169: 596-604.
- Rohilla R, Singh VP, Singh US, Singh RK, and Khush GS. 2000. Crop Husbandry and Environmental Factors Affecting Aroma and Other Quality Traits. In Singh, R.K., U.S. Singh, and G.S. Khush (Eds). *Aromatic Rices*. Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd., New Delhi, p. 5 – 14.
- Roychoudhury A, Basu S, Sarkar SN, Sengupta DN. 2008. Comparative physiological and molecular responses of a common aromatic indica rice cultivar to high

salinity with non-aromatik indica rice cultivars. *Plant Cell Rep.* 27:1395–1410.

Wongpornchai S., Dumri K, Jongkaewwattana S, Siri B. 2004. Effects of drying methods and storage time on the aroma and milling quality of rice (*Oryza sativa* L.) cv. Khao Dawk Mali 105. *Food Chemistry* 87:407-414.

Yang S, Zou Y, Liang Y, Xia B, Liu S, Ibrahim Md., Li D, Li Y, Chen L, Zeng Y, Liu L, Chen Y, Li P, Zhu J. 2012. Role of soil total nitrogen in aroma synthesis of traditional regional aromatic rice in China. *Field Crops Research* 125: 151-160.

Yoshihashi T. 2005. Does drought condition induce the aroma quality of aromatic rice? Food Science and Technology Division, JIRCAS. JIRCAS Newsletter No.43 June 2005

Yoshihashi T, Nguyen TTH, Kabaiki N. 2004. Area dependency of 2-Acetyl-1-Pyrroline content in an aromatic rice variety, Khao Dawk Mali 105. *Jarq* 38 (2): 105-109 (2004).

Zhang H., Tan G, Wang Z, Yang J, Zhang J. 2009. Ethylene and ACC levels in developing grains are related to the poor appearance and milling quality of rice. *plant Growth Regul.* 58: 85-96.