

Kesan sinaran gama terhadap pertumbuhan dan hasil aksesori keledak di tanah bris

(Effect of gamma irradiation on growth and yield of sweetpotato accessions on bris soil)

Thiyagu Devarajan, Sobri Hussein
dan Umikalsum Mohamed Bahari

Pengenalan

Ubi keledak (*Ipomoea batatas* L.) adalah salah satu tanaman terpenting beberapa negara di dunia misalnya di Indonesia dan Papua New Guinea yang mana ubi keledak dimakan sebagai makanan ruji mereka. Di negara Jepun, banyak produk dihasilkan berdasarkan ubi dan pucuk ubi keledak. Tanaman ini digunakan sebagai sumber karbohidrat alternatif, mengambil tempat kelima selepas padi, gandum, jagung dan ubi kayu. Pengeluaran ubi keledak utama di Indonesia terletak di provinsi Jawa Barat, Papua dan Jawa Timur. Pada tahun 2008, provinsi-provinsi tersebut telah menghasilkan pengeluaran ubi keledak sebanyak 868,745 tan metrik daripada 77,424 ha keluasan bertanam dan selepas itu hasil pengeluarannya dilaporkan menurun. Di Malaysia, kebanyakan petani terutama di negeri Perak dan Kelantan masih mengusahakan pengeluaran ubi keledak sebagai sumber pendapatan mereka. Ini dapat dilihat dengan keluasan penanaman semakin naik iaitu 2,727 ha (2017) kepada 3,623 ha (2020). Disebabkan faktor ini, pengeluaran varieti ubi keledak baharu untuk peningkatan hasil dan kualiti sangat diperlukan terutama yang dapat memperoleh nilai pasaran yang tinggi seperti ubi keledak ungu yang mempunyai kandungan antosianin yang tinggi.

Salah satu kaedah untuk meningkatkan varieti ubi keledak adalah menggunakan pendekatan mutasi. Kesan penambahbaikan yang signifikan dapat dicapai terhadap sifat seperti ketahanan penyakit, kandungan kanji, kandungan gula larut, pertumbuhan dan lain-lain dalam ubi keledak. Pucuk tunas kultivar ubi keledak 'Kokei N°14' yang didedahkan pada dos yang berbeza menunjukkan peningkatan yang signifikan pada berat hasil ubi daripada 2,188 g kepada 6,499 g setiap pokok. Terdapat kajian yang melaporkan bahawa menggabungkan kaedah induksi mutasi pada kultur in vitro dengan menggunakan tanaman seperti keledak dapat memudahkan pembangunan varieti baharu yang lebih baik dalam waktu yang singkat dibandingkan dengan pembiakan mutasi tradisional. Walau bagaimanapun, dinyatakan bahawa sistem regenerasi tanaman ubi keledak adalah sukar untuk diatur dan kultur in vitro yang teradiasi mempunyai batasan pada tahap individu (biji, akar atau keratan disinari), kurang berlakunya kesan *chimera* pada frekuensi dos radiasi rendah berbanding dengan menggunakan radiasi gama pada keratan.

Sinaran gama kronik juga mempunyai kesan yang lebih signifikan daripada penyinaran gama akut dalam meningkatkan sifat kuantitatif dalam ubi keledak, tetapi dalam kajian ini pilihan sukar dilaksanakan kerana ketersediaan sumber dan faktor masa yang terhad. Objektif kajian ini adalah untuk menghasilkan aksesori mutan dengan tempoh penuaian pendek (kurang dari empat bulan), hasil ubi tinggi (>20 t/ha) dan kandungan antosianin yang tinggi berbanding dengan varieti ubi keledak ungu kawalan (K1, K2, K3, K5 dan K6) yang memerlukan tempoh penuaian empat bulan dan mempunyai luas daun besar.

Metodologi

Varieti ubi keledak K1, K2, K3, K5 dan K6 digunakan dalam kajian ini, mempunyai kulit dan isi berwarna ungu kecuali kulit K1 berwarna kuning muda. Kesemua varieti ini diperolehi daripada petani tempatan di Kelantan. Seratus keratan bagi setiap varieti (K1, K2, K3, K5 dan K6) dengan 30 cm jarak disinari dengan radiasi gama di Agensi Nuklear Malaysia pada dos 10, 20 dan 30 Gy. Aksesori mutan M_1V_3 (vegetatif ketiga daripada varieti K1, K2, K3, K5 dan K6 yang telah disinarkan) kemudiannya ditanam di plot MARDI Bachok, Kelantan. Reka bentuk kajian adalah reka bentuk blok secara rawak (RCBD) dengan tiga replikasi. Batas berukuran 5 m panjang $\times$ 1.2 m lebar dan ditanam pada jarak 0.25 m $\times$ 1.2 m di antara pokok. Penyiraman pokok adalah menggunakan sistem *sprinkler*. Baja NPK (17:17:12:1) digunakan mengikut amalan standard pengeluaran tanaman keledak. Ciri-ciri pertumbuhan iaitu panjang jarak utama (cm), panjang daun (cm), lebar daun (cm), luas daun (cm²) dan panjang tangkai (cm) diperhatikan semasa tempoh pertumbuhan tanaman. Penuaian dilakukan empat bulan selepas penanaman. Ciri-ciri komponen hasil dan hasil ubi iaitu berat ubi yang dapat dipasarkan (kg/batas), ubi yang tidak dapat dipasarkan (kg/batas) dan kandungan bahan kering (%) juga direkodkan.

Keputusan dan perbincangan

Beberapa mutan diperolehi dengan menggunakan dos 10, 20 dan 30 Gy dalam varieti K6. Sementara pada dos 20 Gy diperolehi dua mutan daripada varieti K5 dan satu mutan daripada K1. Sebanyak 10 aksesori mutan yang berpotensi dan lima kawalan dipilih seperti dalam *Jadual 1*. Semua ciri yang ditunjukkan dalam *Jadual 1* adalah signifikan pada $p \leq 0.01$ kecuali ubi yang dapat dipasarkan dan tidak dapat dipasarkan (kg/batas) adalah tidak signifikan. Sifat panjang jarak utama untuk mutan K1D211 lebih pendek daripada kawalan K1 masing-masing dengan nilai 148.73 cm dan 196.10 cm. Sementara mutan K6D215 mempunyai nilai paling rendah bagi ciri panjang jarak utama iaitu 76.60 cm dan juga untuk sifat seperti panjang daun (9.99 cm), lebar daun (9.59 cm) dan luas daun (32.38 cm²) menunjukkan kesan ketara sinaran pada pokok. Manakala untuk ciri panjang tangkai daun mutan K5D26 menunjukkan nilai paling rendah iaitu 11.72 cm dan mutan

Jadual 1. Purata ($\pm$ s.e) bagi morfologi, hasil dan komponen hasil ubi keledek ungu mutan yang ditanam di tanah bris

Akresi	Panjang jalur utama (cm)	Panjang daun (cm)	Lebar daun (cm)	Luas daun (cm ²)	Panjang tangkai daun (cm)	Kandungan bahan kering (%)	Ubi yang boleh dipasarkan (kg/batas)	Ubi yang tidak boleh dipasarkan (kg/batas)
K1D211	148.73 $\pm$ 1.53	11.59 $\pm$ 1.37	10.82 $\pm$ 1.11	54.44 $\pm$ 13.70	10.99 $\pm$ 2.88	31.31 $\pm$ 0.80	3.17 $\pm$ 0.94	0.23 $\pm$ 0.10
K5D26	131.53 $\pm$ 12.87	12.71 $\pm$ 0.49	11.80 $\pm$ 0.43	49.50 $\pm$ 8.29	11.72 $\pm$ 0.68	35.66 $\pm$ 0.47	5.05 $\pm$ 0.45	0.79 $\pm$ 0.16
K5D29	133.73 $\pm$ 15.64	12.51 $\pm$ 0.06	11.59 $\pm$ 0.18	52.27 $\pm$ 1.47	12.53 $\pm$ 0.56	33.96 $\pm$ 0.72	4.43 $\pm$ 0.90	1.07 $\pm$ 0.49
K6D113	132 $\pm$ 5.20	13.32 $\pm$ 0.25	11.58 $\pm$ 0.29	63.11 $\pm$ 1.45	21.36 $\pm$ 1.17	27.43 $\pm$ 0.75	8.78 $\pm$ 2.46	0.60 $\pm$ 0.03
K6D118	153.33 $\pm$ 19.00	14.44 $\pm$ 0.21	12.56 $\pm$ 0.20	70.64 $\pm$ 7.13	24.09 $\pm$ 0.66	25.93 $\pm$ 0.98	4.52 $\pm$ 2.04	0.39 $\pm$ 0.15
K6D215	76.60 $\pm$ 8.71	9.99 $\pm$ 0.30	9.59 $\pm$ 0.31	32.38 $\pm$ 3.78	13.30 $\pm$ 0.75	28.51 $\pm$ 0.02	4.45 $\pm$ 1.31	0.33 $\pm$ 0.06
K6D32	136.63 $\pm$ 10.12	14.88 $\pm$ 0.82	12.06 $\pm$ 0.66	73.74 $\pm$ 9.43	22.30 $\pm$ 1.58	26.58 $\pm$ 1.01	3.90 $\pm$ 1.88	0.24 $\pm$ 0.06
K6D311	126.07 $\pm$ 8.21	12.90 $\pm$ 0.13	11.22 $\pm$ 0.37	57.42 $\pm$ 2.80	19.69 $\pm$ 0.80	27.73 $\pm$ 0.34	6.57 $\pm$ 2.24	0.28 $\pm$ 0.07
K6D316	143.90 $\pm$ 9.45	13.78 $\pm$ 0.61	11.90 $\pm$ 0.47	69.67 $\pm$ 8.40	21.06 $\pm$ 1.40	26.78 $\pm$ 1.82	4.58 $\pm$ 1.84	0.77 $\pm$ 0.31
K6D318	133.67 $\pm$ 4.43	14.26 $\pm$ 1.26	12.19 $\pm$ 0.82	74.22 $\pm$ 16.12	21.75 $\pm$ 2.09	26.86 $\pm$ 1.16	3.67 $\pm$ 2.59	0.39 $\pm$ 0.05
K1 (control)	196.10 $\pm$ 14.17	14.48 $\pm$ 0.44	12.58 $\pm$ 0.46	72.31 $\pm$ 7.69	13.94 $\pm$ 1.69	30.90 $\pm$ 0.23	3.33 $\pm$ 0.63	0.22 $\pm$ 0.07
K2 (control)	188.67 $\pm$ 24.48	13.99 $\pm$ 0.47	12.65 $\pm$ 0.12	78.54 $\pm$ 7.05	18.21 $\pm$ 0.76	32.93 $\pm$ 0.38	3.02 $\pm$ 0.76	0.21 $\pm$ 0.10
K3 (control)	87.57 $\pm$ 4.66	14.10 $\pm$ 0.45	13.90 $\pm$ 0.45	87.48 $\pm$ 4.00	21.46 $\pm$ 2.52	31.24 $\pm$ 1.50	1.07 $\pm$ 0.41	0.39 $\pm$ 0.27
K5 (control)	139.63 $\pm$ 4.24	12.60 $\pm$ 0.58	11.20 $\pm$ 0.43	49.34 $\pm$ 8.41	12.86 $\pm$ 1.73	32.14 $\pm$ 0.82	5.57 $\pm$ 2.25	0.63 $\pm$ 0.30
K6 (control)	127.87 $\pm$ 16.02	13.42 $\pm$ 0.52	11.28 $\pm$ 0.47	61.10 $\pm$ 6.45	19.40 $\pm$ 0.81	27.90 $\pm$ 0.29	4.95 $\pm$ 2.60	0.46 $\pm$ 0.23
Julat	137.07	13.26	11.79	63.08	17.69	29.72	4.47	0.47
LSD (0.05)	73.83	3.46	2.62	42.01	7.86	4.32	ns	ns
CV	26.01	11.71	10.24	28.62	28.18	10.92	67.44	82.91

Nilai (purata) dalam kolom adalah berbeza signifikan pada $p \leq 0.05$ berdasarkan pada ujian Tukey-HSD. ns – tidak signifikan pada $p > 0.05$

K6D118 mempunyai nilai panjang tangkai daun tertinggi iaitu 24.09 cm. Ciri kandungan bahan kering menunjukkan mutan K5D26 mempunyai nilai tertinggi sebanyak 35.66% dan mutan K6D118 mempunyai nilai terendah iaitu 25.93% seperti dalam *Jadual 1*. Meskipun dilaporkan seperti yang disebut pada awalan bahawa kesan sinaran membolehkan kemungkinan mewujudkan variasi tinggi terhadap kandungan bahan kering, tetapi dalam kajian ini diperhatikan tidak terdapat perbezaan yang signifikan antara mutan dan kawalan. Ini menunjukkan bahawa untuk membuat lebih banyak variasi terutama bagi sifat komponen ubi dan ubi, dos harus ditingkatkan dan ia bergantung kepada varieti keledak kerana sebahagian memerlukan dos yang lebih tinggi untuk mendorong mutagenesis dan sebaliknya.

Dalam kajian ini, varieti K1, K2 dan K3 harus ditingkatkan dos sinaran kerana varieti ini mempunyai frekuensi variasi mutasi rendah apabila menggunakan 10, 20 dan 30 Gy. Wang et al. (2007) melaporkan dalam penilaian variasi mutasi daripada varieti Nogdaru 14 yang disinari 142 Gy dapat mengeluarkan hasil ubi yang tinggi 646.9 ± 150 g/pokok. Aryanti et al. (2007) melaporkan bahawa varieti Cangkuang yang disinari dos 20 – 40 Gy meningkatkan pengeluaran ubi daripada 779.83 g/pokok menjadi 974.86 g/pokok. Sementara bagi ciri luas daun dilaporkan bahawa pada dos 20 dan 30 Gy luas daun meningkat menjadi 11.55 cm^2 iaitu 8.91% masing-masing daripada asal. Walau bagaimanapun, dalam kajian ini tidak ada perbezaan yang signifikan yang dikesan antara varieti dan mutan kecuali K6 mempunyai kesan yang signifikan pada dos 20 Gy dalam mengurangkan luas daun.

Kesimpulan

Dos untuk mendorong mutasi menggunakan sinaran gama berbeza antara varieti. Varieti K6 menghasilkan variasi mutan tinggi dan berguna dengan sinaran dos 20 – 30 Gy. Induksi hasilkan mutan untuk varieti lain perlu ditingkatkan dos kepada 20 – 60 Gy dan ini juga akan membantu meningkatkan frekuensi variasi mutasi untuk ciri ubi dan komponennya kerana dos 10 – 30 Gy tidak mempunyai kesan yang signifikan terhadap pengeluaran hasil bagi semua varieti termasuk kandungan bahan kering. Walaupun untuk ciri hasil ubi tidak signifikan, tetapi nilai yang diperoleh untuk tanaman mutan dapat dijadikan indikator dalam pemilihan untuk kajian lanjutan. Mutan K6D16 berpotensi menjadi aksesori dengan hasil tinggi. Objektif untuk mendapatkan variasi hasil ubi yang tinggi dengan tempoh penuaian yang pendek mungkin sukar dan memerlukan masa yang lama untuk mengubah ciri-ciri ubi dengan penggunaan dos sinaran yang tinggi. Kaedah yang lebih baik disarankan adalah menggunakan sinaran kronik.

Penghargaan

Kajian ini adalah bawah peruntukan projek Mega MARDI - Pembangunan varieti ubi keledek dan ubi kayu untuk kegunaan makanan dan perindustrian (21003002450001-A). Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Agensi Nuklear Malaysia kerana memberikan perkhidmatan sinaran radioaktif dan semua staf yang terlibat dalam kajian ini terutama Tn. Hj. Rosli Ismail dan Tn. Hj. Hasim Ismail.

Bibliografi

- Aryanti, A., Erwin, E.H. dan Tri Muji, E. (2010). Production of a useful mutant by gamma irradiation in Cangkuang sweet potato variety. Dalam: Raul, B., Ricardo, S., dan Felix, C. (Eds.). *Primer congreso peruano de mejoramiento genetico y biotecnologia agricola* m.s. 124 – 126. La Molina, Lima, Peru: Universite de Liege Press
- Kukimura, H. (1986). Mutation breeding in sweet potato and tuber crops. *Gamma Field Symposia* 25 m.s.109 – 130. Institute of Radiation Breeding, NIAS, Japan
- Lee, Y.I., Lee, I.S. dan Lim, Y.P. (2002). Variation in sweetpotato regenerates from gamma-ray irradiated embryogenic callus. *J. Plant Biotechnology* 4: 163 – 170
- Nagatomi, S. (1993). Enlargement of induced variations by combined method of chronic irradiation with callus culture in sugarcane (*Saccharum officinarum*). *Gamma Field Symposia*, 30 m.s. 87 – 110. Institute of Radiation Breeding, NIAS, Japan
- Wang, Y., Wang, F., Zhai, H. dan Liu, Q. (2007). Production of useful mutant by chronic irradiation in sweet potato. *Scientia Horticulturae* 111: 173 – 178

Ringkasan

Lima aksesori ubi keledek ungu K1, K2, K3, K5 dan K6 (kawalan) dengan panjang keratan 30 cm telah didedahkan dengan dos 10, 20 dan 30 Gy, yang berada dalam lingkungan LD₅₀ 60 hingga 80 Gy. Bahan keratan yang telah didedahkan ditanam dan keratan tunas generasi ketiga dipilih dan dibiakkan. Sepuluh aksesori mutan dan lima kawalan ditanam pada jarak 0.25 m × 1.2 m setiap tanaman dengan tiga replikasi dalam eksperimen. Data bagi ciri pertumbuhan yang direkodkan adalah panjang jalar utama (cm), panjang daun (cm), lebar daun (cm), luas daun (cm²) dan panjang tangkai daun (cm). Manakala data bagi hasil adalah kandungan bahan kering (%), ubi yang dapat dipasarkan (kg/batas) dan ubi yang tidak dapat dipasarkan (kg/batas). Pemerhatian direkod selama dan selepas tempoh empat bulan penanaman. Analisis ANOVA menunjukkan terdapat perbezaan signifikan yang tinggi pada $p \geq 0.01$ untuk semua pemboleh ubah kecuali ubi yang dapat dipasarkan dan ubi yang tidak dapat dipasarkan. Keputusan untuk setiap pemboleh ubah yang mempunyai aksesori nilai julat tinggi seperti berikut, panjang jalar utama - K1 (196.1 cm), panjang daun - mutan K6D32 (14.88 cm), lebar daun - K3 (13.9 cm), luas daun - K3 (87.48 cm²), panjang tangkai daun - mutan K6D118 (196.1 cm), kandungan bahan kering - mutan K5D26 (35.66%), ubi yang dapat dipasarkan - mutan K6D113 (8.78 kg/batas) dan ubi yang tidak dapat dipasarkan - K5D29 mutan (1.07 kg/batas). Ciri ubi adalah kriteria utama bagi pemilihan aksesori yang mempunyai hasil tinggi.

Walaupun analisis ANOVA tidak menunjukkan perbezaan yang signifikan antara aksesi mutan yang dinilai, nilai purata hasil mutan K6D113 yang tinggi boleh digunakan sebagai penanda aras bagi pemilihan dalam kajian pembaikbakaan keledak pada masa akan datang.

Summary

Five purple sweetpotato accessions of K1, K2, K3, K5 and K6 (controls) of 30 cm length vines were irradiated with doses of 10, 20 and 30 Gy, which were below the LD₅₀ of 60 to 80 Gy. Irradiated materials were planted and the third generation were selected and propagated. Ten mutant accessions and five controls were planted at a distance 0.25 m x 1.2 m each plant with three replications in this experiment. The variables of main vine length (cm), leaf length (cm), leaf width (cm), leaf area (cm²), petiole length (cm), dry matter content (%), marketable root (kg/bed) and unmarketable root (kg/bed) were observed during and after four months of planting. The ANOVA indicates high significant differences at $p \geq 0.01$ for all the variables except for marketable root and unmarketable root which were not significant. Results for each variable had accessions with high mean value as follows, main vine length – K1 (196.1 cm), leaf length – mutant K6D32 (14.88 cm), leaf width – K3 (13.9), leaf area – K3 (87.48 cm²), petiole length – mutant K6D118 (196.1 cm), dry matter content – mutant K5D26 (35.66%), marketable root – mutant K6D113 (8.78 kg/bed) and unmarketable root – mutant K5D29 (1.07 kg/bed). Root trait was main criteria for selection of high yielding accession. Though ANOVA showed no significant differences among evaluated accessions, mean value of high yield mutant K6D113 could be used as an indicator for improvement in the future study.

Pengarang

Thiyagu Devarajan
Pusat Penyelidikan Tanaman Industri
MARDI Bachok, Kg. Aur, Mukim Jalan Kandis, 16310 Kelantan
E-mel: thiyagu@mardi.gov.my

Sobri Hussein
Agensi Nuklear Malaysia
43000 Kajang, Selangor

Umikalsum Mohamed Bahari
Pusat Penyelidikan Tanaman Industri
Ibu Pejabat MARDI Persiaran MARDI-UPM
43400 Serdang, Selangor