

Keragaman Genetik dan Kandungan Gula Klon Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*) Asal Papua

Genetic Diversity and Sugar Content
Sweet Potato Clone (*Ipomoea batatas*) Origin Papua

Rizkiyanti Asdam^{1*}, Bimo Budi Santoso¹, Achmad Taher¹

¹Jurusan kimia, FMIPA, Universitas Papua

E-mail: rizkiyantiasdam@yahoo.com, yanakaresta@gmail.com, taher_kimia73@yahoo.co.id

ABSTRACT

Until now, the genetic diversity of sweet potato (*Ipomoea batatas*) from Papua is still based on morphological observation. This study aims to analyze genetic diversity based on RAPD markers and determine the sugar content (glucose, fructose, and sucrose) of sweet potato clones from Papua. The results showed that the samples used had glucose levels ranging from 0.0050-0.1073%, fructose 0.0083-0.0655%, and sucrose 0.2283-0.4528%. The genetic distance between plants varied from 39.6% to 72.2% and in the difference coefficient, 54% of the samples were separated into four groups.

Key words: genetic diversity, *Ipomoea batatas*, RAPD

ABSTRAK

Hingga saat ini, keragaman genetik ubi jalar (*Ipomoea batatas*) asal Papua masih berbasis pada pengamatan secara morfologi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keragaman genetik berdasarkan penanda RAPD dan menentukan kandungan gula (glukosa, fruktosa dan sukrosa) klon ubi jalar asal Papua. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel yang digunakan memiliki kadar glukosa berkisar 0,0050-0,1073%, fruktosa 0,0083-0,0655% dan sukrosa 0,2283-0,4528%. Jarak genetik antar tanaman bervariasi dari 39,6% hingga 72,2% dan pada koefisien perbedaan 54% sampel terpisah menjadi empat kelompok.

Kata kunci: keragaman genetik, *Ipomoea batatas*, RAPD

PENDAHULUAN

Ubi jalar (*Ipomea batatas*) pada umumnya dimanfaatkan oleh masyarakat lokal di Papua untuk memenuhi kebutuhan pokok karena berperan sebagai sumber energi bagi manusia (Schneider *et al.*, 1993). Energi yang diperlukan tubuh berasal dari karbohidrat sebagai kandungan utamanya yang mencapai 28-30% pada bahan umbi segar (Widowati, 2009). Ubi jalar sebagai sumber karbohidrat utama, menempati urutan ke

empat setelah padi, jagung dan ubi kayu (Richana dan Sunarti, 2004). Karbohidrat pada tanaman dihasilkan melalui proses fotosintesis (Supadmi, 2009), di mana hasil hidrolisis karbohidrat menghasilkan beberapa jenis gula sehingga memberikan rasa manis pada tiap jenis ubi jalar (Al-kayyis dan Susanti, 2016). Tingkat kemanisan pada ubi jalar bervariasi, hal ini muncul akibat adanya perbedaan kadar gula sederhana yang secara umum terkandung di dalamnya berupa glukosa, fruktosa dan sukrosa (Takahata *et al.*, 1992; Walter, 1992).

Berdasarkan potensi pemanfaatan yang dimiliki oleh tanaman ubi jalar, maka budidaya tanaman ubi jalar perlu dikembangkan melalui program seleksi dan pemuliaan (Apaseray *et al.*, 2001). Hingga saat ini, Pusat Penelitian Ubi-ubian dan Sagu Universitas Papua (PPUS UNIPA) telah mengkoleksi sebanyak 93 klon ubi jalar berbasis pada pengamatan morfologi (2017, data tidak dipublikasi). Karakteristik morfologi yang diamati meliputi bentuk umbi, keadaan permukaan kulit umbi, warna daging umbi, tebal kulit umbi (korteks) dan warna kulit umbi telah dilakukan oleh Apaseray *et al.*, (2001). Sebelumnya, Paiki *et al.* (1996) juga telah melakukan penelitian serupa dengan mengamati karakteristik morfologi dari ubi jalar berdasarkan bentuk umbi, bentuk permukaan umbi, ketebalan korteks umbi, warna kulit yang dominan dan warna daging umbi.

Karakteristik morfologi memiliki keterbatasan untuk dijadikan dasar yang menandakan adanya keragaman genetik pada tumbuhan. Hal ini karena secara umum tanaman ubi jalar memiliki kesamaan karakter morfologi di tiap jenisnya (Huang dan Sun, 2000) dan sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan sehingga mengakibatkan hasil yang diperoleh kurang cermat (Supadmi, 2009). Oleh karena itu, analisis keragaman genetik melalui pengamatan karakteristik molekuler berdasarkan penanda genetik DNA dipandang penting untuk diterapkan demi memperoleh informasi yang lebih akurat (Hadrys *et al.*, 1992). Analisis keragaman genetik berdasarkan penanda DNA memiliki kelebihan tertentu yakni, perolehan hasil yang cepat, efektif, tidak dipengaruhi oleh lingkungan dan dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan yang tidak dapat dideteksi oleh karakter morfologi (Hidayatun *et al.*, 2011).

Amplifikasi acak polimorfisme DNA (*Random Amplified Polymorphic DNA*, RAPD) merupakan salah satu penanda genetik berbasis DNA (Jarret dan Austin, 1994) yang paling banyak digunakan dalam analisis keragaman genetik tumbuhan jika dibandingkan dengan penanda genetik lainnya (Langga *et al.*, 2012). Teknik RAPD memiliki prosedur pelaksanaan yang lebih sederhana (Bardakci, 2001), murah, mudah dan cepat (Idrees dan Irshad, 2014) serta mampu menghasilkan tingkat polimorfisme pita DNA yang tinggi (Lee *et al.*, 1996).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keragaman genetik berdasarkan penanda RAPD dan menentukan kandungan gula (glukosa, fruktosa dan sukrosa) klon ubi jalar (*I. batatas*) asal Papua.

METODE PENELITIAN

Kandungan Gula (Glukosa, Fruktosa dan Sukrosa)

Persiapan Sampel (Picha, 1985)

Sebanyak 3-5 umbi ubi jalar yang berumur \pm 4-5 bulan dipanen lalu dibersihkan dari tanah atau kotoran dan akar tanaman yang masih menempel pada permukaan kulit umbi. Setelah itu dicuci bersih di bawah aliran air sedang dan dikupas kulitnya lalu diparut halus.

Pembuatan Ekstrak Sampel (Picha, 1985)

Timbang seberat 5 gram umbi ubi jalar kemudian masukkan ke dalam labu erlenmeyer 50 mL. Tambahkan 35 mL larutan etanol 80% lalu aduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 15 menit. Pemanasan dilakukan selama 5 menit pada suhu 50°C lalu simpan di suhu ruang. Selanjutnya campuran yang telah dingin disaring menggunakan kertas saring Whatman nomor 41 dan filtratnya ditampung ke dalam labu ukur 50 mL. Residu pada kertas saring dan sisa padatan pada labu erlenmeyer dibilas kembali dengan larutan etanol 80% dan ditampung pada labu ukur yang sama seperti tersebut di atas hingga volume filtrat mencapai 50 mL. Selanjutnya filtrat disaring menggunakan saringan nylon 0,2 μ m lalu masukkan ke dalam vial ukuran 1,5 mL. Sonikasi dilakukan selama 10 menit kemudian diinjeksi ke dalam system KCKT. Perlakuan yang sama dibuat untuk masing-masing klon umbi ubi jalar sebanyak dua kali pengulangan.

Kondisi Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT)

KCKT digunakan pada kondisi operasional optimum yaitu menggunakan kolom Agilent Zorbax Carbohydrate dengan panjang 150 mm, diameter 4,6 mm, ukuran partikel 5 μ m pada suhu kolom 40°C dan tekanan 67 bar. Deteksi dilakukan menggunakan detektor indeks bias dengan perbandingan eluen asetonitril:air (75%:25%) pada laju alir 1,4 mL/menit dan volume penyuntikan sebanyak 10 μ L.

Keragaman Genetik

Ekstraksi DNA

DNA tanaman diekstrak dari pucuk daun yang berumur \pm 2-3 minggu. Ekstraksi DNA dilakukan menggunakan *Genomic DNA Mini Kit Plant (GP100)* mengikuti prosedur perusahaan.

Amplifikasi dan deteksi pita fragmen DNA

Amplifikasi DNA dilakukan berdasarkan metode PCR pada mesin *Thermocycler MJ Mini Bio-Rad* menggunakan enam primer dari penanda RAPD yaitu UBC 101, P 04, P 06, P 17, OPA 01 dan OPD 11. Reaksi PCR yang dibutuhkan untuk masing-masing

sampel selama amplifikasi memiliki total volume 25 μL yang terdiri dari 3 μL ddH₂O; 2,5 μL primer RAPD; 1 μL DMSO; 1 μL BSA 2X; 12,5 μL tag green dan 5 μL DNA cetak.

Permulaan proses amplifikasi dilakukan untuk tahap inisiasi pada suhu 94°C selama 10 detik dan pada suhu 94°C selama 3 detik untuk tahap denaturasi awal. Kemudian diikuti 35 siklus utama yang terdiri dari 3 tahap yaitu, denaturasi pada suhu 94°C selama 30 detik, *annealing* pada suhu 36°C selama 1 menit dan tahap *extention* pada suhu 72°C selama 1,5 menit. Pengakhiran proses amplifikasi dilakukan pada suhu 72°C selama 5 menit sebagai tahap *extention* akhir sebanyak 1 siklus dan pada suhu 37°C selama 1 menit sebagai tahap pendinginan. Deteksi pita fragmen hasil amplifikasi dilakukan secara elektroforesis menggunakan gel agarosa 1,5%.

Analisis Data

Kandungan gula secara kualitatif ditentukan berdasarkan waktu retensi, sedangkan pengukuran kuantitatif dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$\text{Kadar sampel (\%)} = \frac{\text{Area sampel}}{\text{Area baku}} \times \text{Kadar baku (\%)}$$

Variasi pita penanda RAPD secara kualitatif ditentukan berdasarkan visualisasi hasil elektroforesis dari masing-masing primer RAPD kemudian diolah dalam bentuk penomoran pita DNA (angka 1 jika ada pita DNA dan angka 0 jika tidak ada pita DNA) menggunakan program PyElph. Hasil penomoran pita DNA dari masing-masing primer RAPD selanjutnya digabungkan untuk membentuk matriks perbedaan menggunakan metode UPGMA pada program NTSYS versi pc 2.02. Selanjutnya, dibuat dendrogram berdasarkan analisis kluster SAHN pada program yang sama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Glukosa, Fruktosa dan Sukrosa

Hasil pengukuran rata-rata kadar glukosa, fruktosa dan sukrosa dari sepuluh klon sampel umbi ubi jalar segar ditunjukkan pada Tabel 1. Kadar glukosa, fruktosa dan sukrosa secara berturut-turut berkisar 0,0050-0,1073%, 0,0083-0,0655% dan 0,2283-0,4258%. Nilai tertinggi untuk kadar glukosa dan fruktosa dimiliki oleh klon Bogor yaitu berturut-turut mencapai 0,1073% dan 0,0655%. Sedangkan, kadar sukrosa yang memberikan nilai tertinggi berasal dari klon Miencon yaitu 0,4258%.

Tabel 1 Kadar glukosa, fruktosa dan sukrosa pada 10 klon ubi jalar

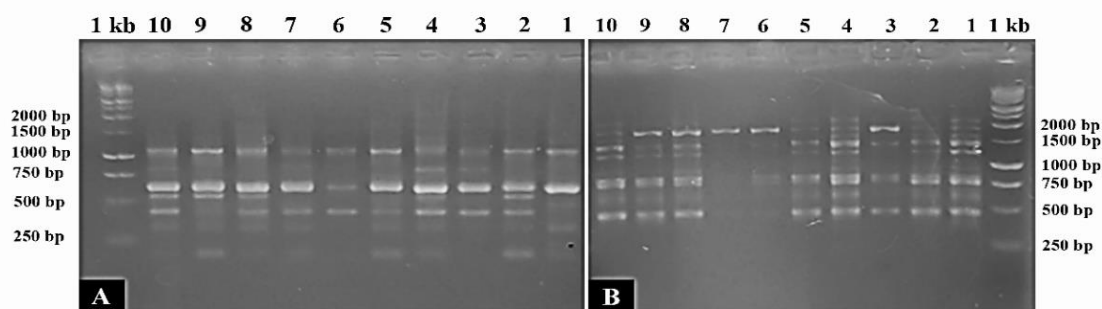
| Klon ubi jalar | Persen Rata-rata kadar (% b/b) | | |
|----------------|--------------------------------|--------------------|--------------------|
| | Glukosa | Fruktosa | Sukrosa |
| Traf 4 | 0,0699 \pm 0,007 | 0,0322 \pm 0,005 | 0,3060 \pm 0,010 |
| J-5 | 0,0160 \pm 0,001 | 0,0083 \pm 0,004 | 0,3339 \pm 0,022 |
| Worembai | 0,0598 \pm 0,005 | 0,0468 \pm 0,014 | 0,2283 \pm 0,007 |

| | | | |
|------------|----------------|----------------|----------------|
| Bonsasari | 0,0270 ± 0,016 | 0,0137 ± 0,006 | 0,3107 ± 0,002 |
| Bogor | 0,1073 ± 0,011 | 0,0655 ± 0,015 | 0,2441 ± 0,009 |
| Pirangge | 0,0469 ± 0,004 | 0,0468 ± 0,027 | 0,3566 ± 0,022 |
| Hub | 0,0826 ± 0,027 | 0,0467 ± 0,032 | 0,2573 ± 0,002 |
| Miencon | 0,0050 ± 0,002 | 0,0096 ± 0,006 | 0,4258 ± 0,035 |
| Morotai | 0,0670 ± 0,002 | 0,0322 ± 0,002 | 0,3247 ± 0,018 |
| Abumorokor | 0,0282 ± 0,023 | 0,0446 ± 0,010 | 0,3246 ± 0,003 |

Rata-rata kadar glukosa, fruktosa dan sukrosa yang diperoleh pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan penelitian Tamate dan Bradbury (1985) pada ubi jalar asal Papua New Guinea yang memiliki rata-rata kadar glukosa, fruktosa dan sukrosa sebesar 0,22%, 0,15% dan 0,22%. Sedangkan, hasil penelitian yang dilakukan oleh Chan *et al.* (2014) juga memberikan hasil yang lebih besar pada rentang 0,12-0,54% glukosa, 0,08-0,28% fruktosa dan 0,75-2,43% sukrosa dari tujuh kultivar asal Taiwan.

Pita Penanda RAPD

Hasil amplifikasi fragmen DNA pada 10 klon ubi jalar menggunakan enam primer RAPD (OPA 01, OPD 11, P 04, P 06, P 17, UBC 101) berhasil dideteksi menggunakan gel agarosa 1,5%. Gambar 1 merupakan visualisasi fragmen pita DNA dari 10 klon sampel ubi jalar hasil elektroforesis menggunakan primer P 04 dan OPA 01. Pola pita DNA dari sampel ubi jalar yang dibandingkan dengan 1 Kb DNA standar terbentuk sekitar 100 hingga 2500 pasang basa (pb).



Gambar 1. Fragmen pita DNA yang diamplifikasi dengan primer P 04 (A) dan primer OPA 01 (B): Traf-4 (1); Morotai (2); Pirangge (3); Abumorokor (4); J-5 (5); Bonsasari (6); Bogor (7); Hub (8); Worembai (9) dan Miencon (10)

Fragmen pita DNA dari seluruh primer RAPD yang digunakan menghasilkan 70 pita yang terdiri dari 59 pita polimorfik dan 11 pita monomorfik (Tabel 2). Primer OPD 11 menghasilkan jumlah fragmen pita DNA yang paling besar yaitu sebanyak 13 pita polimorfik dan 3 pita monomorfik. Sedangkan primer dengan jumlah fragmen pita DNA

yang paling kecil adalah primer P 04 yaitu sebanyak 6 pita polimorfik dan 2 pita monomorfik. Jumlah fragmen pita DNA yang sama ditemukan pada primer P 17 dan UBC 101 dengan masing-masing sebanyak 11 pita polimorfik dan 2 pita monomorfik.

Tabel 2 Jenis primer RAPD dan total pita DNA hasil amplifikasi dari 10 klon ubi jalar

| Kode Primer | Sekuen (5'-...-3') | Pita Polimorfik | Pita Monomorfik | Total |
|-------------|--------------------|-----------------|-----------------|-------|
| OPA 01 | CAGGCCCTTC | 10 | 1 | 11 |
| OPD 11 | AGCGCCATTG | 13 | 3 | 16 |
| P 04 | CGTCTGCCCCG | 6 | 2 | 8 |
| P 06 | TTCCGCGGGC | 8 | 1 | 9 |
| P 17 | ATGACGACGG | 11 | 2 | 13 |
| UBC 101 | GCGCCTGGAG | 11 | 2 | 13 |
| Total | | 59 | 11 | 70 |

Rata-rata pita polimorfik per primer pada penelitian ini mencapai 9,8. Hasil ini jauh lebih tinggi dibandingkan penelitian Zhang *et al.* (1998) yang menggunakan 80 primer pada 36 kultivar ubi jalar dengan rata-rata 6 pita polimorfik per primer dan He *et al.* (2006) yang mengamati 100 varietas dan 8 kultivar ubi jalar menggunakan 30 primer dengan rata-rata 7,3 pita polimorfik per primer. Demikian pula dengan penelitian Gichuki *et al.* (2003) pada 74 aksesori ubi jalar menggunakan 11 primer dengan rata-rata 6 pita polimorfik per primer dan penelitian Sagredo *et al.* (1998) yang menghasilkan rata-rata 6,9 pita polimorfik per primer pada 24 kultivar ubi jalar menggunakan 18 primer.

Matriks perbedaan yang menunjukkan jarak genetik antara dua klon ubi jalar berdasarkan pola pita RAPD disajikan pada Tabel 3. Jarak yang paling kecil muncul antara klon Worembai (B) dengan Hub (C) yaitu 0,396 (berbeda 39,6% secara genetik). Sedangkan jarak yang paling besar yaitu 0,727 (berbeda 72,7% secara genetik) ditemukan antara klon Bogor (D) dengan Traf (J). Klon Bogor-Traf 4 tersebut memiliki jarak genetik yang lebih besar dibandingkan dengan klon Bogor-Bonsasari yakni 0,447 (berbeda 44,7% secara genetik). Semakin kecil jarak antar klon, maka semakin besar kesamaannya secara genetik. Jarak genetik yang besar menunjukkan adanya keragaman genetik yang tinggi (Moulin *et al.*, 2012).

Tabel 3. Matriks perbedaan 10 klon ubi jalar berdasarkan 70 fragmen pita DNA menggunakan enam primer RAPD

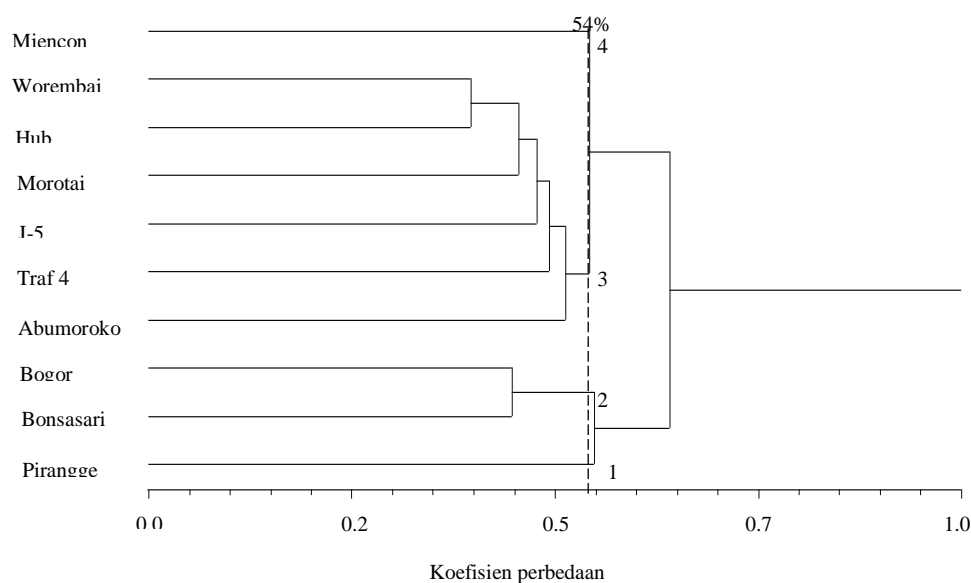
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|----------|-------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Miencon | 0 | | | | | | | | | |
| Worembai | 0.573 | 0 | | | | | | | | |
| Hub | 0.507 | 0.396 | 0 | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Bogor | 0.707 | 0.632 | 0.665 | 0 | | | | | |
| Bonsasari | 0.687 | 0.561 | 0.621 | 0.447 | 0 | | | | |
| J-5 | 0.609 | 0.493 | 0.478 | 0.621 | 0.548 | 0 | | | |
| Abumorokor | 0.534 | 0.521 | 0.507 | 0.707 | 0.687 | 0.534 | 0 | | |
| Pirangge | 0.655 | 0.521 | 0.632 | 0.548 | 0.548 | 0.609 | 0.632 | 0 | |
| Morotai | 0.521 | 0.447 | 0.463 | 0.697 | 0.655 | 0.463 | 0.493 | 0.621 | 0 |
| Traf 4 | 0.507 | 0.493 | 0.507 | 0.727 | 0.644 | 0.507 | 0.507 | 0.632 | 0.463 |

Klon ubi jalar: Miencon (A), Worembai (B), Hub (C), Bogor (D), Bonsasari (E), J-5 (F), Abumorokor (G), Pirangge (H), Morotai (I), Traf 4 (J)

Rata-rata jarak genetik dari keseluruhan klon adalah 0,56. Hasil ini mirip dengan rata-rata jarak genetik kultivar ubi jalar asal Amerika selatan dan Papua New Guinea yaitu sebesar 0,58 (Zhang *et al.*, 1998), namun lebih kecil dibandingkan rata-rata jarak genetik dari varietas ubi jalar lokal Mesir dan beberapa varietas yang diperoleh dari *Internation Potato Centre (CIP)* yaitu sebesar 0,79 (Mohamed *et al.*, 2017).

Hasil dari konstruksi dendogram menunjukkan bahwa pada koefisien 0,54 (berbeda 54% secara genetik) tanaman terpisah menjadi empat kelompok yaitu klon Bogor dan Bonsasari satu kelompok, sedangkan klon Worembai, HUB, Morotai, J-5, Traf 4 dan Abumorokor menjadi satu kelompok serta klon Miencon dan Pirangge masing-masing mengelompok sendiri. Pola pengelompokan yang diperlihatkan pada Gambar 2 menunjukkan bahwa klon yang berada dalam satu kelompok memiliki kesamaan genetik yang lebih besar.



Gambar 2 Dendogram 10 klon ubi jalar berdasarkan koefisien perbedaan genetik

KESIMPULAN

Kandungan sukrosa pada sepuluh klon ubi jalar lebih tinggi dibandingkan glukosa dan fruktosa. Kadar glukosa berkisar 0.0050-0.1073%, fruktosa 0.0083-0.0655% dan sukrosa 0.2283-0.4528%. Karakter genetik sepuluh klon ubi jalar yang dikonfirmasi menggunakan penanda molekuler RAPD menunjukkan jarak genetik yang bervariasi yaitu 39.6%-72.7%. Jarak genetik paling jauh ditemukan pada klon Bogor-Traf 4, sedangkan jarak genetik paling dekat ditemukan pada klon Worembai-Hub. Pada koefisien perbedaan 54% ubi jalar terpisah menjadi empat kelompok.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-kayyis, Hasanul Kiyani., Susanti, Hari. 2016. Perbandingan Metode Somogyi-Nelson dan Anthrone-Sulfat pada Penetapan Kadar Gula Pereduksi dalam Umbi Cilembu (*Ipomea batatas* L.). *Journal of Pharmaceutical Sciences and Community*, 13(2), 81-89.
- Apaseray, M.G., Prabawrdani, S., Chadikun, P. 2001. Morphological Characteristics and The Organoleptic Evaluation of Sweet Potato (*Ipomea batatas* (L.) Lamb.) Originated from The Highland of Jayawijaya. *Hyphere*, VI(2).
- Bardakci, F. 2001. Random amplified polymorphic DNA (RAPD) markers. *Turkish Journal of Biology*, 25(2), 185-196.
- Chan, Chin-Feng., Chiang, Chih-Ming., Lai, Yung-Chang., Huang, Che-Lun., Kao, Shu-Chen., Liao, Wayne C. 2014. Changes in sugar composition during baking and their effects on sensory attributes of baked sweet potatoes. *Journal of food science and technology*, 51(12), 4072-4077.
- Gichuki, S.T., Berenyi, M., Zhang, D., Hermann, M., Schmidt, J., Glössl, J., Burg, K. 2003. Genetic diversity in sweetpotato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] in relationship to geographic sources as assessed with RAPD markers. *Genetic resources and crop evolution*, 50(4), 429-437.
- Hadrys, H., Balick, M., Schierwater, B. 1992. Applications of random amplified polymorphic DNA (RAPD) in molecular ecology. *Molecular ecology*, 1(1), 55-63.
- He, Xue-Qin., Liu, Qing-Chang., Ishiki, Koshun., Zhai, Hong., Wang, Yu-Ping. 2006. Genetic diversity and genetic relationships among Chinese sweetpotato landraces revealed by RAPD and AFLP markers. *Breeding Science*, 56(2), 201-207.
- Hidayatun, N., Chaerani, C., Utami, D.W. 2011. Sidik jari DNA 88 plasma nutfah ubi jalar di Indonesia berdasarkan delapan penanda SSR. *Jurnal AgroBiogen*, 7(2), 119-127.

- Huang, J.C., Sun, M. 2000. Genetic diversity and relationships of sweetpotato and its wild relatives in *Ipomoea* series Batatas (Convolvulaceae) as revealed by inter-simple sequence repeat (ISSR) and restriction analysis of chloroplast DNA. *Theoretical and Applied Genetics*, 100(7), 1050-1060.
- Idrees, M., Irshad, M. 2014. Molecular markers in plants for analysis of genetic diversity: a review. *European Academic Research*, 2(1), 1513-1540.
- Jarret, R.L., Austin, D.F. 1994. Genetic diversity and systematic relationships in sweetpotato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) and related species as revealed by RAPD analysis. *Genetic resources and crop evolution*, 41(3), 165-173.
- Langga, I.F., Restu, M., Kuswinanti, T. 2012. Optimalisasi suhu dan lama inkubasi dalam ekstraksi DNA tanaman bitti (*Vitex cofassus* Reinw) serta analisis keragaman genetik dengan teknik RAPD-PCR. *J. Sains & Teknologi*, 12(3), 265-276.
- Lee, S.J., Shin, J.S., Park, K.W., Hong, Y.P. 1996. Detection of genetic diversity using RAPD-PCR and sugar analysis in watermelon [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.] germplasm. *Theoretical and applied genetics*, 92(6), 719-725.
- Mohamed, Amina A., EL FAR, MERVAT MM., Saad, ME. 2017. Fingerprinting of sweetpotato germplasm using AFLP, RAPD, and SAMPL analysis. *Egyptian Journal of Genetics And Cytology*, 45(2).
- Moulin, Monique Moreira., Rodrigues, Rosana., Gonçalves, Leandro Simões Azeredo., Sudré, Cláudia Pombo., Pereira, Messias Gonzaga. 2012. A comparison of RAPD and ISSR markers reveals genetic diversity among sweet potato landraces (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). *Acta Scientiarum. Agronomy*, 34(2), 139-147.
- Paiki, F.A., Musadi, L., Taberima, S. 1996. Evaluation of Root Morphological Characteristics of Local Sweet Potato Cultivars of Irian Jaya. *Hyphere*, 1(2), 58-61.
- Picha, David H. 1985. HPLC determination of sugars in raw and baked sweet potatoes. *Journal of food science*, 50(4), 1189-1190.
- Richana, Nur., Sunarti, Titi Chandra. 2004. Karakterisasi sifat fisikokimia tepung umbi dan tepung pati dari umbi ganyong, suweg, ubi kelapa, dan gembili. *Jurnal pascapanen*, 1(1), 29-37.
- Sagredo, Boris., Hinrichsen, Patricio., López, Horacio., Cubillos, Alberto., Muñoz, Carlos. 1998. Genetic variation of sweet potatoes (*Ipomoea batatas* L.) cultivated in Chile determined by RAPDs. *Euphytica*, 101(2), 193-198.
- Schneider, J., Widyastuti, C.A., Djazuli, M. 1993. Sweetpotato in the Baliem valley area, Irian Jaya. *A report on collection and study of sweetpotato germplasm*.
- Supadmi, S. 2009. *Studi Variasi Ubi Jalar (Ipomoea batatas. L) Berdasarkan Morfologi, Kandungan Gula Reduksi dan Pola Pita Isozim*. Universitas Sebelas Maret.
-

- Takahata, Y., Noda, T., Nagata, T. 1992. Varietal diversity of free sugar composition in storage root of sweet potato. *Japanese journal of breeding*, 42(3), 515-521.
- Tamate, Jerry., Bradbury, J Howard. 1985. Determination of sugars in tropical root crops using ¹³C Nmr spectroscopy: Comparison with the HPLC method. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 36(12), 1291-1302.
- Walter, W.M. 1992. Use of refractive index to monitor changes in sugar content of stored sweetpotatoes. *HortScience*, 27(4), 333-335.
- Widowati, S. 2009. Tepung Aneka Umbi Sebuah Solusi Ketahanan Pangan. *Tabloid Sinar Tani*, 6.
- Zhang, Dapeng., Ghislain, Marc., Huamán, Zosimo., Golmirzaie, Ali., Hijmans, Robert. 1998. RAPD variation in sweetpotato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) cultivars from South America and Papua New Guinea. *Genetic Resources and crop evolution*, 45(3), 271-277.