



Biogenerasi Vol 11 No 1, 2026

Biogenerasi: Jurnal Pendidikan Biologi

Universitas Cokroaminoto Palopo

<https://e-journal.my.id/biogenerasi>

e-ISSN 2579-7085



**IDENTIFIKASI KERAGAMAN MORFOLOGI
DAUN TANAMAN UBI KAYU (*Manihot esculenta* Crantz) BERDASARKAN PENANDA
RAPD (*RANDOM AMPLIFIED POLYMORPHIC DNA*)**

Hafiza Hazmi, Zahratul Idami, Kartika Manalu

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Indonesia

*Corresponding author E-mail: hazmihafiza13@gmail.com

DOI : <https://doi.org/10.30605/87gabb18>

Accepted : 2 Maret 2026 Approved : 19 maret 2026 Published : 20 Maret 2026

Abstract

Cassava Plants (*Manihot esculenta* Crantz), traditionally cultivated and offering many benefits as food ingredients, animal feed, and industrial raw materials. *Cassava* is also known to be rich in carbohydrates, soluble dietary fiber, and beneficial micronutrients for the body. Morphological and genetic diversity in cassava plants is crucial for the development of superior and improved varieties. This study aims to identify the morphological diversity of cassava leaf plants (*Manihot esculenta* Crantz) and analyze dendrogram relationships using RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) markers. The research was conducted in Serdang Bedagai Regency and the laboratory of the State Islamic University of North Sumatra, Medan. The methods used included sample collection, DNA isolation, PCR amplification, electrophoresis, and data analysis. The results showed variations in leaf morphology as observed in the number of leaflets, color, and shape of leaves in cassava varieties Genderuwo, Roti, Keriting, and Jari. Morphologically, the Genderuwo and Roti cassava leaves were the most similar. The dendrogram analysis using RAPD primers OPA 2, OPA 3, OPA 5, and OPA 7 showed a close relationship between Genderuwo and Roti varieties (coefficient 0.85), while the Jari variety had the most distant relationship (coefficient 0.60). This research can serve as a reference in cassava plant breeding to produce superior varieties

Keywords : *Cassava, dendrogram, RAPD, morphological diversity*

PENDAHULUAN

Indonesia kaya akan tanaman pangan, salah satunya singkong yang telah lama dibudidayakan dan dikenal dalam budaya lokal. Selain sebagai sumber makanan, singkong (*Manihot esculenta* Crantz) juga dimanfaatkan untuk bahan baku industri dan pakan ternak (Herlina, 2014). Ubi kayu terdiri dari berbagai varietas yang dibudidayakan di berbagai daerah di seluruh dunia. Setiap varietas memiliki ciri khas tersendiri dalam hal morfologi, sifat agronomis, dan karakter fisiologis. Memahami keragaman ubi kayu sangat penting untuk mendukung pengembangan varietas baru yang unggul dan berkelanjutan.

Manihot esculenta Crantz, yang lebih dikenal sebagai singkong, adalah tanaman pangan yang kaya akan karbohidrat dan banyak dibudidayakan di Indonesia, bersama dengan kacang tanah, kacang hijau, kedelai, ubi jalar, dan jagung. Singkong juga kaya akan mikronutrien. Selain memiliki indeks glikemik yang sangat rendah dan serat makanan larut yang substansial, singkong juga dapat berfungsi sebagai probiotik dalam sistem pencernaan. Jika dibandingkan dengan sayuran lain, daun singkong muda memiliki jumlah mikronutrien yang tertinggi dan paling seimbang (Novaldi et al., 2022). Umumnya orang menggunakan daun singkong untuk meredakan sakit kepala dan diare. Senyawa fenolik dan flavonoid aktif ditemukan dalam daun singkong (Hasim et al., 2016).

Tanaman yang dihasilkan melalui kultur in vitro dapat digambarkan dan didefinisikan sebagai cara untuk memahami keragaman morfologi. Teknik penandaan molekuler dapat digunakan untuk menilai keragaman lebih lanjut. Berbagai penanda molekuler, termasuk Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD), telah digunakan untuk mengenali keragaman yang dapat diwariskan (Hartanti et al., 2020). Produktivitas ubi kayu dapat ditingkatkan melalui pengkondisian pemuliaan tanaman untuk menghasilkan jenis ubi kayu yang unggul. Pemanfaatan variasi plasma nutfah sebagai bahan pemuliaan menentukan efektivitas menghasilkan varietas unggul. Untuk meningkatkan kemungkinan memperoleh jenis unggul, seleksi akan lebih berhasil jika varietasnya kuat. Langkah-langkah berikut terlibat dalam pengembangan

varietas singkong unggul: membangun atau meningkatkan keragaman yang dapat diwariskan dari populasi yang sebanding; menilai sifat-sifat agronomi dan memilih bibit dan tanaman yang dibudidayakan dari biji tanaman; menilai dan memilih klon; dan melakukan uji kekuatan hasil primer dan lanjutan (Silalahi et al., 2019).

Teknik penanda molekuler efektif untuk mengidentifikasi individu, populasi, klon, spesies, dan varietas. Selain digunakan dalam pemuliaan tanaman, perbanyakan benih, dan uji varietas, teknik ini juga semakin populer dalam seleksi tanaman. Berdasarkan prinsip PCR, penanda molekuler dibagi menjadi beberapa jenis, seperti PCR dan RAPD (Hartati et al., 2020).

Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) adalah metode analisis DNA yang semakin disukai karena kemampuannya untuk melakukan analisis tanpa memerlukan pengetahuan sebelumnya tentang urutan DNA. Teknik ini menunjukkan akurasi tinggi pada tingkat DNA, meskipun pemahaman tentang urutan DNA dari organisme atau gen tertentu terbatas. Metode ini memfasilitasi penelitian genetik pada spesies baru tanpa memerlukan biaya, waktu, atau upaya yang besar, yang merupakan kemajuan signifikan, terutama dalam pemeriksaan genetika pada spesies baru. Teknik RAPD menggunakan metode PCR (Polymerase Chain Reaction). PCR dapat diamati menggunakan cara elektroforesis agarose. Hingga saat ini, sistem PCR merupakan pengembangan dari sistem PCR yang umum pada sistem PCR yang dapat digunakan secara langsung. Pada sampel dilihat apakah ada mutasi atau tidak, tergantung aplikasi apa yang akan digunakan apakah untuk identifikasi molekuler, pengurutan atau rekayasa yang diwariskan (Puspitaningrum, 2018).

Nurcahyani et al., 2019 menganalisis karakter ekspresi spesifik planlet dengan kandungan karbohidrat terlarut total dengan penggunaan pola pita DNA. Hasil elektroforesis dengan amplifikasi PCR-RAPD menggunakan plantlet *Cassava adira 1* yang terdampak AF (asam fusarut) pada konsentrasi 20, 40, 60, dan 80 ppm menghasilkan satu pita DNA yang ukurannya berbeda dengan plantlet yang tidak terdampak AF (asam fusarut). Pita DNA berukuran 550 bp (OPA-1) berfungsi

untuk membedakan plantlet Cassava Adira 1 yang terdampak AF (asam Fusarium) dan yang tidak terdampak AF. Penanda RAPD OPA-1550 menunjukkan munculnya pita DNA baru pada tanaman Cassava Adira 1 yang tahan terhadap AF, yang menandakan adanya variasi genetik dan mutasi gen. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi variasi morfologi daun ubi kayu dan menentukan hubungan dendrogram daun ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz) dengan menggunakan penanda RAPD. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber tambahan informasi dalam pemahaman ilmiah untuk mendukung mahasiswa, dosen, peneliti, dan masyarakat luas terkait dengan penggunaan penanda RAPD dalam identifikasi genotipe ubi kayu.

METODE

Penelitian dilaksanakan di Jalan Teratai Dusun III, Kecamatan Sei Rampah, Kabupaten Serdang Bedagai sebagai lokasi pengambilan sampel daun ubi kayu, analisis daun dilakukan di Laboratorium Genetika Lantai 4 Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan pada bulan Juli hingga Selesai 2024.

Adapun prosedur penelitian untuk melihat keragaman molekuler (keragaman genetik) pada daun tanaman ubi kayu (*Manihot esculenta* Cantz) menggunakan beberapa tahapan sebagai berikut: pengoleksian sampel, isolasi atau ekstraksi DNA, PCR (*Polymerase Chain Reaction*), elektroforesis, dan analisis hasil data. Prosedur untuk melihat hubungan filogenetik daun tanaman ubi kayu (*Manihot esculenta* Cantz) yaitu menggunakan RAPD yang berasal dari Desa Sei Rampah Kabupaten Serdang Bedagai.

Prosedur penelitian untuk melihat *fingerprint* atau yang disebut dengan sidik jari DNA dan melihat pola pita dari genotipe belimbing dengan genus *Averrhoa* menggunakan beberapa tahapan yaitu: pengoleksian sampel, isolasi atau ekstraksi DNA, PCR (*Polymerase Chain Reaction*), elektroforesis dan analisis data. Prosedur untuk melihat hasil *fingerprint* DNA genotipe belimbing dengan genus *Averrhoa* yaitu menggunakan DNA yang berasal dari Jalan bukit barisan, Kecamatan Glugur Darat I, Medan Timur.

Sampel yang akan digunakan dalam penelitian yaitu daun dari daun tanaman ubi

kayu (*Manihot esculenta* Cantz), Sampel diambil dari 1 (satu) lokasi penelitian di Jalan Teratai Dusun III, Kecamatan Sei Rampah, Kabupaten Serdang Bedagai. Sampel dari tanaman daun ubi kayu yang segar dibersihkan dan disemprotkan menggunakan alkohol 70%, lalu sampel dikeringkan menggunakan tissue selanjutnya di bungkus menggunakan aluminium foil, kemudian sampel disimpan kedalam plastik kedap udara (zip-lock) dan selanjutnya sampel yang didapatkan dimasukkan kedalam ice box yang berisi ice pack kotak. Jika sampai di laboratorium sampel dipindahkan ke dalam *frezzer* agar masa penyimpanan sampel bertahan lebih panjang, *frezzer* diatur dengan suhu rendah (-20°C).

Tahapan isolasi DNA menggunakan Plant DNA Mini Kit (Favorgen) dimulai dengan memanaskan water bath hingga 65°C. Sampel berupa daun muda segar ditimbang 100 mg, dihaluskan, dan dimasukkan ke mikrotube. Ditambahkan RNase 8 µl dan buffer FAPG1 400 µl, divortex selama 2 menit, lalu diinkubasi 10 menit pada 65°C sambil dibolak-balik 2-3 kali. Setelah inkubasi, ditambahkan buffer FAPG2 130 µl, diaduk 10 detik, lalu diinkubasi di atas es selama 5 menit. Sampel dipindahkan ke filter column dalam tabung 2 ml, kemudian disentrifugasi 3 menit pada 18.000 x g (14.000 rpm). Cairan dari mikrocentrifuge tube dipindahkan 300 µl ke collection tube baru, ditambahkan 1,5 volume buffer FAPG3, lalu divortex 10 detik. Larutan dipindahkan 650 µl ke filter column dalam collection tube 2 ml, lalu disentrifugasi 1 menit pada 18.000 x g. Setelah itu, dilakukan pencucian dengan buffer WI 500 µl, diikuti buffer pencuci 600 µl, masing-masing disentrifugasi pada 18.000 x g. Kolom filter kemudian dipindahkan ke tabung mikrosentrifus 1,5 ml, ditambahkan buffer elusi 100 µl, didiamkan suhu ruang 5 menit, lalu disentrifugasi 30 detik pada 18.000 x g. DNA murni yang diperoleh disimpan pada suhu -20°C dalam freezer.

Tahapan amplifikasi PCR diawali dengan pencampuran beberapa larutan, yaitu larutan PCR sebanyak 5 µl yang dimasukkan ke dalam mini tube dan dicampur menggunakan mikro pipet. Selanjutnya, ditambahkan larutan DNA template sebanyak 2 µl, diikuti dengan larutan primer OPA 2, OPA 3, OPA 5, OPA 7, OPD 11, dan OPD 13

masing-masing sebanyak 2 µl. Larutan terakhir yang ditambahkan adalah NFW sebanyak 1 µl. Setelah semua bahan tercampur, sampel ditempatkan dalam instrumen PCR gradien untuk proses amplifikasi. Proses amplifikasi gradien PCR diawali dengan starter panas selama lima menit pada suhu 94°C, diikuti dengan tahap denaturasi selama 45 detik pada suhu yang sama. Tahap annealing atau penempelan primer berlangsung pada suhu 36–37°C selama satu menit, kemudian dilanjutkan

dengan tahap ekstensi pada suhu 72°C selama 1,5 menit yang dilakukan sebanyak 45 siklus. Setelah itu, tahap akhir berupa final ekstensi dilakukan pada suhu 72°C selama 8 menit 15 detik (495 detik). Setelah seluruh proses selesai, dilakukan tahap holding temperature pada suhu 4°C untuk menetralkan alat PCR (Sitepu et al., 2019). Sampel DNA murni yang diperoleh dari hasil amplifikasi PCR selanjutnya diuji secara kualitatif menggunakan alat elektroforesis.

Tabel 1 Tahapan

Tahapan		Suhu (°C)	Waktu (detik)	Siklus
Hot start		98	45	1
Denaturasi		98	10	30
Annealing	OPA2	36	60	
	OPA 3			
	OPA 5			
	OPA 7			
	OPD 11			
	OPD 13			
Extension		72	30	
Final extension		72	145	1
Holding temperature		4 °C		

Uji kualitatif DNA dilakukan menggunakan elektroforesis gel agarose 1% dengan Mini Horizontal Electrophoresis DNA dan divisualisasikan menggunakan UV transluminator. Pengujian ini bertujuan menilai kualitas hasil amplifikasi atau isolasi DNA genom. Proses diawali dengan menimbang 0,4 g bubuk agarose, melarutkannya dalam 40 ml larutan TBE buffer, lalu dipanaskan hingga mendidih. Setelah larut sempurna, ditambahkan 2 µl red gel stain dan dihomogenkan sebelum dituangkan ke cetakan hingga mengeras. Setelah itu, gel dimasukkan ke dalam Mini Horizontal Electrophoresis dan direndam dalam larutan buffer TBE. Sampel DNA hasil PCR sebanyak 8 µl dimasukkan ke dalam sumuran menggunakan mikro pipet, lalu elektroforesis dijalankan selama 45 menit dengan tegangan 70 volt.

Setelah urutan pita DNA dari primer OPA 2, OPA 3, OPA 5, OPA 7, OPD 11, dan OPD 13 terlihat pada berbagai jenis daun ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz), dilakukan analisis keragaman morfologi dan hubungan dendrogram. Keragaman morfologi ubi kayu diamati berdasarkan bentuk daun dan warna batang. Daun dapat memiliki 5–9 helai dengan bentuk sempit memanjang, tepi rata, atau bergelombang, sedangkan batang ubi kayu bervariasi dalam warna, seperti pink keunguan, hijau tua, dan hijau muda. Polimorfisme terbesar terdeteksi melalui penanda RAPD, yang menunjukkan variasi fragmen DNA. Primer OPA 2, OPA 3, OPA 5, OPA 7, OPD 11, dan OPD 13 digunakan untuk analisis, dengan pita DNA diberi nilai 1 jika terlihat dan 0 jika tidak. Ukuran pita DNA sekitar 1 kb ladder. Hubungan dendrogram *Manihot esculenta* Crantz dianalisis menggunakan aplikasi NTYS pc-2.02i.

HASIL PENELITIAN

Berdasarkan gambar karakteristik morfologi pada tumbuhan *Manihot esculenta* Cantz dapat diamati dari hasil RAPD menggunakan primer OPA 2, OPA 3, OPA 5, OPA 7, OPD 11, OPD 13. Berikut ini hasil tahapan dari karakteristik morfologi

Tabel 2 Karakteristik Morfologi Daun *Manihot esculenta* Cantz

No	Gambar	Nama Sampel	Warna Daun	Jumlah Helai	Bentuk Daun
1		Daun Ubi Genderuwo	Hijau Tua	7	Tulang Menjari
2		Daun Ubi Roti	Hijau Tua	7	Tulang Menjari Tetapi Sempit
3		Daun Ubi Keriting	Hijau Muda	5	Berkerut Dan Bergelombang
4		Daun Ubi Jari	Hijau Muda	7	Memanjang Dan Sempit

Hasil karakteristik morfologi daun ubi genderuwo memiliki warna daun hijau tua memiliki 7 helai daun dengan bentuk daun tulang menjari, daun ubi roti memiliki warna hijau tua dengan helai 7 dan memiliki bentuk daun tulang menjari sempit. Daun ubi keriting memiliki warna hijau muda dan memiliki 5 helai daun yang berbentuk bergelombang atau berkerut, sedangkan pada daun ubi jari memiliki warna hijau muda dengan helai 7 dan memiliki bentuk daun memanjang dan sempit. Daun ubi genderuwo dan daun ubi roti memiliki kesamaan dari segi warna, helai daun, dan bentuk daun. Sedangkan daun ubi keriting dan daun ubi jari sangat berbeda jauh dari segi warna, helai daun, dan bentuk daun.

DNA yang dimurnikan diekstraksi selama tahap isolasi DNA dan digunakan dalam prosedur PCR (*Polymerase Chain Reaction*). Isolasi DNA harus dilakukan dengan cepat dan cermat, dan instrumen steril harus digunakan untuk menghindari kontaminasi DNA, yang dapat menghentikan reaksi PCR. Untuk mendapatkan DNA dengan kualitas yang baik dari hasil isolasi DNA harus menggunakan kit komersial agar meningkatkan efektivitas dan efisiensi kerja, karena telah tersedia seperangkat perlengkapan isolasi DNA yang siap digunakan (Buchori, 2023). Dengan menggunakan kit komersial, DNA diisolasi dari daun untuk mengungkap DNA mitokondria, kloroplas, dan genom dari berbagai

spesies tanaman. Prosedur dari isolasi DNA diawali dengan pelisisan dengan penambahan FAPG 1, untuk mendapatkan FAPG 3, lalu RNA dibersihkan dengan menggunakan RNase sedangkan protein dibersihkan dengan buffer W1. Dapat dilihat pada tabel 4.1 Setiap sampel dianggap murni berdasarkan nilai kemurnian DNA yang ditemukan di dalamnya. Jika nilai isolat DNA berada di antara 1,8 dan 2,2 dan memenuhi kriteria, maka sampel tersebut dianggap murni (Mulyani, 2011).

Tabel 3. Hasil Uji kuantitas DNA *Manihot esculenta* Cantz.

No	Nama Sampel	A260/A280	Konsentrasi Dna ($\mu\text{g/ml}$)	Ket
1.	Daun Ubi Genderuwo	2.2	218.283 $\mu\text{g/ml}$	Memenuhi Syarat
2.	Daun Ubi Roti	1.5	-149.593 $\mu\text{g/ml}$	Tidak Memenuhi Syarat
3.	Daun Ubi Keriting	1.5	65.275 $\mu\text{g/ml}$	Tidak Memenuhi Persyaratan
4.	Daun Ubi Jari	1.9	186.703 $\mu\text{g/ml}$	Memenuhi persyaratan

Hal ini menunjukkan adanya kontaminasi protein atau bahan lain seperti fenol pada saat pengeringan yang tidak sempurna dan adanya sisa kandungan metabolit sekunder, yang mungkin digunakan dalam ekstraksi asam nukleat, atau bahkan kontaminasi oleh kotoran lain yang menyerap. Biasanya, protein yang ada dalam sampel akan menyebabkan rasio ini menjadi lebih rendah dari pada nilai ideal, karena protein menyerap, bahwa sampel tersebut tidak cukup murni dan memerlukan pemurnian lebih lanjut (Sitepu *et al*, 2019).

Hasil Membatasi area DNA yang harus diperkuat, langkah amplifikasi DNA dilakukan menggunakan primer acak OPA 2, OPA 3, OPA 5, OPA 7, OPD 11, dan OPD 13. Primer OPA merupakan urutan yang tidak spesifik untuk gen tertentu, primer OPA memiliki variasi dalam panjang dan jumlah fragmen DNA yang dihasilkan. OPD merupakan teknik untuk menganalisis keragaman genetik pada populasi. Tahap selanjutnya menggunakan metode elektroforesis menggunakan gel agarose 2% untuk mendapatkan potongan-potongan yang berbentuk pita DNA.

Ada tiga tahap dalam amplifikasi DNA yang dilakukan dengan PCR yaitu, Denaturasi, Annealing Dan Extension. Waktu dan suhu yang digunakan pada setiap tahapan sangat bergantung dalam proses PCR.

Hot-start tahap awal yang dilakukan dengan suhu 98°C dan waktu 10 detik sebelum Denaturasi dilakukan. Denaturasi tahap mengurai utai ganda pada DNA yang terbentuk DNA tunggal dilakukan dengan suhu 98°C dan waktu 45 detik, waktu yang berlebihan dapat menurunkan kualitas DNA, sehingga harus dihindari. Untuk mendapatkan lokus gen menggunakan primer, tahap yang dilakukan setelah denaturasi yaitu amplifikasi penempelan dan pengenalan (Annealing). Suhu yang dilakukan pada Annealing 36°C dan waktu 1 menit (60 detik).

Hasil amplifikasi empat sampel dengan menggunakan 6 primer yaitu, OPA 2, OPA 3, OPA 5, OPA 7, OPD 11, OPD 13. Dari hasil tabel 4.2 dibawah pada primer OPA 2 memiliki 6 pita DNA yang teramplifikasi dengan ukuran fragmen 100-600 bp, OPA 3 memiliki 5 pita DNA yang teramplifikasi dengan ukuran fragmen 100-600 bp, pada OPA 5 memiliki 4 pita DNA yang teramplifikasi dengan ukuran fragmen 100-600 bp, sedangkan pada primer OPA 7 memiliki 4 pita DNA yang teramplifikasi dengan ukuran fragmen 100-400 bp, OPAD 11 memiliki 3 pita DNA yang teramplifikasi dengan ukuran fragmen 200-400 bp, dan primer OPD 13 memiliki 4 pita DNA yang teramplifikasi dengan ukuran fragmen 100-400 bp.

Suhu yang terlalu tinggi (37°C) atau terlalu rendah (34–35°C) dapat menyebabkan primer tidak menempel selama amplifikasi.

Tabel 4 Hasil Amplifikasi Pada Primer

No	Primer	Urutan Basa (5' 3')	Jumlah DNA Teramplifikasi	Ukuran Pita
1.	OPA 2	(5'TGCCGAGCTG 3')	6	100-600 bp
2.	OPA 3	(5'AGTCAGCCAC 3')	5	100-600 bp
3.	OPA 5	(5'AGGGGTCTTG 3')	4	100-600 bp
4.	OPA 7	(5'GAAACGGGTG 3')	4	100-400 bp
5.	OPD 11	(5'AGCGCCATTG 3')	3	200-400 bp
6.	OPD 13	(5'GGGGTGACGA 3')	4	100-400 bp

Langkah ekstensi mengikuti langkah annealing, di mana untai baru dimulai di lokasi basa nukleotida yang terhubung dari ujung 5 primer ke ujung 3. Suhu 72°C dan waktu 30 detik diperlukan untuk langkah Ekstensi. Langkah terakhir, Ekstensi Akhir, dilakukan pada suhu 72°C selama 5 menit (300 detik) untuk memastikan bahwa lokus gen target telah menghasilkan basa nukleotida pada untai DNA. Dalam PCR, siklus amplifikasi diulang 30 kali untuk mendapatkan jumlah kelipatan segmen DNA yang diperlukan. Terbentuknya pita yang semakin tipis mengindikasikan bahwa primer tidak melekat dengan baik pada cetakan pada suhu pemanasan yang terlalu tinggi, sedangkan suhu pemanasan yang terlalu rendah menyebabkan primer melekat pada tempat penempelan yang tidak spesifik, yang selanjutnya mengakibatkan bertambahnya fragmen lokus yang tidak diinginkan (Setyawati, 2021).

Elektroforesis terdiri dari komponen utama dalam penggunaannya. Pertama adalah komponen pembawa berupa larutan elektrolit, sering kali berupa larutan penyangga dengan pH tertentu berdasarkan sifat zat yang harus dipisahkan. Selain itu, media membedakan lokasi proses. Media pemisah ini dapat berupa gelatin, gel polikrilamida, gel pati, busa poliuretan, atau kertas (selulosa asetat, selulosa). Pada peralatan rangkaian, elektroda merupakan komponen yang paling krusial. Karena berfungsi sebagai penghubung arus listrik dengan media pemisah dan baterai atau arus listrik sebagai sumber energi (source) (Harahap,2018).

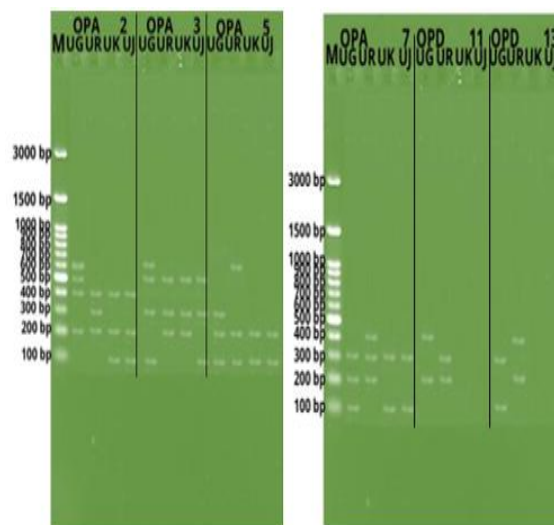
Tabel 5. Hasil Elektroforesis

No	Primer	Urutan Basa (5'-3')	Total Pita	Pita Polimorfik	Pita Monomorfik	Ukuran Pita
1.	OPA 2	(5'TGCCGAGCTG 3')	6	4	2	100-600 bp
2	OPA 3	(5'AGTCAGCCAC 3')	5	3	2	100-600 bp
3	OPA 5	(5'AGGGGTCTTG 3')	4	3	1	100-600 bp
4	OPA 7	(5'GAAACGGGTG 3')	4	3	1	100-400 bp
5	OPD 11	(5'AGCGCCATTG 3')	3	3	0	200-400 bp
6	OPD 13	(5'GGGGTGACGA 3')	4	4	0	100-400 bp

Hasil dari amplifikasi menggunakan primer OPA 2, OPA 3, OPA 5, OPA 7,OPD 11,OPD 13 yang diuji menggunakan metode elektroforesis gel agarose 1% dan menghasilkan pita DNA dan sampel yang diberi kode UG,UR,UK,UJ. Jumlah pola pita DNA pada primer OPA 2 difragmen 100

bp, 300 bp, 500 bp dan 600 bp memiliki 4 pita DNA polimorfik sedangkan difragmen 200 bp dan 400 bp memiliki 2 pita monomorfik dengan ukuran panjang fragmen 100 bp-600 bp, sedangkan OPA 3 memiliki 3 pita DNA polimorfik difragmen 100 bp, 200 bp dan 600 bp dan 2 pita monomorfik difragmen 300 bp dan 500 bp dengan ukuran panjang fragmen 100 bp-600 bp, OPA 5 memiliki pita DNA polimorfik yang berjumlah 4 difragmen 200 bp, 300 bp, 600 bp sedangkan difragmen 100 bp hanya memiliki 1 pita monomorfik dengan ukuran fragmen 100 bp-600 bp.

Hasil jumlah pada primer OPA 7 memiliki 3 pita DNA polimorfik difragmen 100 bp, 200 bp, dan 400 bp dan 1 pita monomorfik difragmen 300 bp dengan ukuran panjang fragmen 100 bp-400 bp, sedangkan pada OPD 11 memiliki 3 pita DNA polimorfik difragmen 200 bp, 300 bp, dan 400 bp dengan ukuran panjang fragmen 200 bp-400 bp, OPD 13 memiliki jumlah pita DNA sebanyak 4 pita DNA polimorfik difragmen 100 bp, 200 bp, 300 bp, dan 400 bp dengan ukuran panjang fragmen 100 bp-400 bp, dan pada primer OPD 11 dan OPD 13 tidak memiliki pita DNA monomorfik.



Gambar 1. Hasil pola pita DNA OPA 2, OPA 3, OPA 5, OPA 7, OPD 11.

Tanaman ubi kayu (*Manihot esculenta* Cantz) memiliki sampel DNA yang dielektroforesis menggunakan primer dengan teknik RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*). Dari sampel tersebut memiliki hasil potongan-potongan DNA yang sudah melewati dari tahap elektroforesis. Pita DNA polimorfik adalah gambar pita DNA yang muncul pada ukuran tertentu. Pita yang dimiliki oleh setiap orang yang dijadikan sampel disebut monomorfik, sedangkan polimorfik terjadi karena tidak adanya amplifikasi pada lokus yang disebabkan oleh variasi dalam urutan basa nukleotida di tempat perlekatan primer. (Sulistiyawati, 2017).

Keragaman morfologi salah satu indikator yang sangat besar perannya untuk mengidentifikasi tumbuhan secara visual. Untuk memudahkan peneliti memperkenalkan nama spesies dan mengidentifikasi berbagai jenis tanaman. Tanaman dapat dicirikan secara morfologis dari berbagai bagian, termasuk akar, batang, dan daun. Daun dari tanaman ubi genderuwo dan roti memiliki perbedaan dibentuk daun yang dimana daun ubi roti memiliki bentuk daun tulang menjari tetapi sempit, sedangkan ubi genderuwo memiliki bentuk tulang menjari, pada kedua sampel ini memiliki warna yang sama yaitu hijau tua dan memiliki helai daun 7. Ubi keriting memiliki bentuk daun yang bergelombang, memiliki warna daun hiau tua, dan memiliki jumlah helai 5, sedangkan ubi jari memiliki warna hijau muda, memiliki helai daun 7 dan pada bentuk daun memanjang dan sempit.

Dendogram adalah langkah-langkah analisis kluster Analisis kluster adalah studi statistik yang mencoba mengelompokkan item berdasarkan kesamaan dalam propertinya. Analisis ini didasarkan pada representasi visual yang menunjukkan bagaimana kluster dihasilkan dan nilai koefisien jarak pada setiap tahap (Ramadhani, 2018).

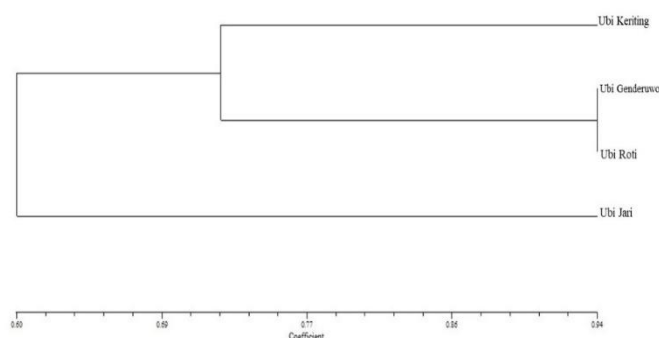
Tabel 6 Hasil Analisis Hubungan Dendogram

No	Sampel	Nilai Koefisien
1.	Ubi Genderuwo	0,85
2.	Ubi Roti	0,85
3.	Ubi Keriting	0,77
4.	Ubi Jari	0,60 (Outlier)

Keragaman spesies tumbuhan *manihot* dari hubungan dendogram dapat dilihat dari tabel 4.5 menunjukkan kelompok keragaman yang sama yaitu, ubi genderuwo dengan ubi roti yaitu 0,85 memiliki hubungan keragaman yang erat dan bergabung dalam clade 1. Sedangkan di clade 2 ubi keriting yaitu adanya hubungan keragaman dan evolusi antara kelompok clade 1 dengan tanaman ubi genderuwo dan ubi roti yaitu 0.77, sedangkan clade 3 tanaman ubi jari dalam hasil dendogram termasuk tanaman terjauh (Outlier) yaitu 0.60.

Semakin banyak karakter yang dapat bekerja sama, semakin besar koefisiennya, yang menunjukkan hubungan yang lebih cekatan. Sebaliknya, ketika lebih banyak perbedaan dalam karakter ditemukan, koefisiennya menurun, yang menunjukkan melemahnya hubungan antara genotipe yang sedang dibandingkan. (Tambunan, 2019).

Outlier adalah data dengan penyimpangan yang mencolok dari mayoritas pengamatan. Nilai outlier dapat menyebabkan spesifikasi model yang tidak tepat, estimasi parameter yang bias, dan bahkan analisis dan kesimpulan yang keliru atau salah, yang membuat analisis data tidak efektif ketika langkah-langkah pengendalian data diterapkan (Mahendra, 2015). Pengelompokan data matriks dan pembuatan dendrogram dilakukan dengan metode UPGMA, fungsi SIMQUAL, koefisien DICE pada program NTSYS 2.02. Berdasarkan data RAPD dilakukan analisis komponen utama untuk menentukan posisi relatif 4 spesies daun tanaman ubi kayu dengan pita-pita yang berperan dalam pengelompokan tersebut (Dwiatmini, 2003).

Gambar 2. Hasil Hubungan Dendogram *Manihot esculenta* Cantz

SIMPULAN DAN SARAN

Keragaman morfologi pada tanaman *Manihot esculenta* Crantz yang dikoleksi dari Jalan Teratai Dusun III, Kecamatan Sei Rampah, Kabupaten Serdang Bedagai, dapat diamati dari bagian akar, batang, dan daun. Daun tanaman ubi kayu ini memiliki peran penting dalam mengidentifikasi tumbuhan secara visual. Kekerabatan empat jenis tanaman *Manihot esculenta* Crantz yang diteliti menggunakan aplikasi NTSYS pc-2.02i

menunjukkan bahwa ubi kayu genderuwo dan ubi roti memiliki hubungan yang sangat dekat dengan nilai koefisien tinggi sebesar 0,85. Ubi keriting juga memiliki hubungan kekerabatan dengan ubi genderuwo dan ubi roti, tetapi membentuk klad sendiri dengan nilai 0,77. Sementara itu, ubi jari memiliki hubungan kekerabatan yang lebih jauh dengan nilai koefisien terendah, yaitu 0,60, sehingga tergolong dalam klad tersendiri.

DAFTAR RUJUKAN

- Anggereini, E. (2008). Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD), Suatu Metode Analisis DNA Dalam Menjelaskan Berbagai Fenomena Biologi. *Biospecies*, 1(2), 73–76.
- Buchori, A., Firmansah, H., Anika, M., Ratnawati, S., Ulfa, U. T., & Zendrato, Y. (2023). Komparasi Metode Ekstraksi DNA Menggunakan Daun Padi: Review. *Agriculture and Biological Technology*, 1(1), 40–50. <https://doi.org/10.61761/agiotech.1.1.40-50>
- Dfviatmini, K. (2002). *Analisis Pengelompokan dan Hubungan Kekerabatan Spesies Anggrek Phalanopsis Berdasarkan Kunci Determinasi dan Marka RADP*. 13(1), 16–27.
- Harahap, M. R. (2018). Elektroforesis: Analisis Elektronika Terhadap Biokimia Genetika. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 2(1), 21–26. <https://doi.org/10.22373/crc.v2i1.3248>
- Hartanti, F., & Sri Hartati, N. (2020). *BIOTEKNOLOGI & BIOSAINS INDONESIA KERAGAMAN MORFOLOGI DAN MOLEKULER UBI KAYU (Manihot esculenta Crantz) HASIL PERBANYAKAN IN VITRO Morphological and Molecular Diversity of Cassava (Manihot esculenta Crantz) Resulted from In Vitro Propagation*. 6(September 2018), 288–300.
- Hartati, H., Ramadanti, N. A., Putri, D. H., & Hartati, N. S. (2020). Molecular Characteristics of Cassava Carvita 25 Somaclonal Variant Using SSR Marker. *Jurnal ILMU DASAR*, 21(2), 87. <https://doi.org/10.19184/jid.v21i2.9396>
- Hasim, Falah, S., & Dewi, L. K. (2016). Effect of Boiled Cassava Leaves (*Manihot esculenta* Crantz) on Total Phenolic, Flavonoid and its Antioxidant Activity. *Current Biochemistry*, 3(3), 116–127.
- Herlina, (2014). *Pengembangan produk pangan fungsional berbasis ubi kayu (manihot esculenta) dalam menunjang ketahanan pangan*. 3(2), 142–148.
- Liunokas, A. B., & Billik, A. H. S. (2021). Pengembangan Buku Ajar Karakteristik Morfologi Tumbuhan untuk Meningkatkan Kemampuan Mahasiswa dalam Mengidentifikasi Jenis Tumbuhan. *Jurnal Basicedu*, 5(6), 5885–5891. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i6.1596>
- Mahendra, A. (2015). *Pentapisan Dan Deteksi Data Outlier Dalam Proses Sistem Akusisi Data Pada Proses Sintering*. 1–7.
- Mulyani, Y., Purwanto, A., & Nurruhwati, I. (2011). Perbandingan Beberapa Metode Isolasi Dna Untuk Deteksi Dini Koi Herpes Virus (Khv) Pada Ikan Mas (*Cyprinus Carpio* L.). *Jurnal Akuatika Indonesia*, 2(1), 244185.
- Novaldi, Miranda, C., & Ati Dwi Nurhayati. (2022). Teknik Budi Daya dan Karakteristik Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz) di Desa Leuwisadeng, Kecamatan Leuwisadeng, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat (PIM)*, 4(1), 8–16. <https://doi.org/10.29244/pim.v4i1.38142>
- Nurchayani, E., Irawan, B., Sari, E. Y., & Sari, L. (2019). Analisis Pola DNA Planlet Cassava (*Manihot Esculenta* Crantz .) Hasil Induced Resistance Terhadap *Fusarium Oxysporum*. *Jurnal of Tropical Upland Resources*, 01(01), 93–102.
- Ramadhani, L., Purnamasari, I., & Amijaya, F. D. T. (2018). Penerapan Metode Complete Linkage dan Metode Hierarchical Clustering Multiscale Bootstrap (Studi Kasus: Kemiskinan Di Kalimantan Timur Tahun 2016). *Eksponensial*, 9(2016), 1–10.
- Rini Puspitaningrum, C. A. S. (2018). *Genetika Molekuler Dan Aplikasinya*. Deepublish.
- Setyawati, R., & Zubaidah, S. (2021). Optimasi Konsentrasi Primer dan Suhu Annealing dalam Mendeteksi Gen Leptin pada Sapi Peranakan Ongole (PO) Menggunakan Polymerase Chain Reaction (PCR). *Indonesian Journal of Laboratory*, 4(1), 36.

- <https://doi.org/10.22146/ijl.v4i1.65550>
- Silalahi, K. J. A., Utomo, S. D., Edy, A., & Sa, N. (2019). *EVALUASI KARAKTER MORFOLOGI DAN AGRONOMI UBI KAYU (Manihot Esculenta Crantz) 13 Populasi F 1 DI BANDAR LAMPUNG*. 7(1), 281–289.
- Sitepu, A. F., Bayu, E. S., & Siregar, L. (2019). Analisis Pola Pita Beberapa Genotipe Kurma (Phoenix dactylifera L.) Menggunakan Primer RAPD Analysis of PCR Amplification of Date Palm (Pheonix dactylifera L.) Genotypes Based on RAPD Primers. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 7(3), 502–507. <https://doi.org/10.32734/jaet>
- Sulistyawati, P., & Widyatmoko, A. (2017). GENETIC DIVERSITY IN KAYU MERAH (Pterocarpus indicus Willd) POPULATIONS USING RANDOM AMPLIFIED POLYMORPHISM DNA MARKER. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 11(1), 67–76. <https://doi.org/10.20886/jpth.2017.11.1.67-76>
- Tambunan, R. R., Sari, S., Saragih, Y., Carsono, N., & Wicaksana, N. (2020). Studi Kekerabatan Padi Hasil Piramidisasi Berbasis Marka Molekuler dan Fenotipik. *Agrikultura*, 30(3), 100. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v30i3.23882>