

BAB I

PENDAHULUAN UMUM

1.1. Latar Belakang

Padi merupakan tanaman pangan penting yang ditanam hampir sepertiga dari jumlah total bahan pangan yang ada di dunia (Ismorningsih et al., n.d.; Masniawati et al., 2015) dan menjadi salah satu jenis makanan pokok yang dikonsumsi oleh sekitar 50% penduduk dunia (Mingyai et al., 2017). 90% lebih dari total produksi beras dunia dapat dihasilkan dari wilayah Asia (Lim et al., 2012). Beras sangat baik untuk dijadikan makanan pokok karena didalamnya mengandung unsur makronutrisi yang terdiri dari karbohidrat, protein dan sedikit lemak (Welya Refdi & Yaumul Fajri, 2017). Padi mengandung karbohidrat mencapai 80 % yang terdiri dari pati, amilosa dan amilopektin (Verma & Srivastav, 2017). Indonesia merupakan salah satu negara penghasil beras terbesar ketiga di dunia, sekaligus konsumen beras terbesar dunia (Setyanto et al., 2018).

Produksi padi selama tiga tahun terakhir meningkat rata-rata sebesar 1,63% pertahun. Pada tahun 2017 produksi padi Indonesia berkisar 81,3 juta ton mengalami penurunan tahun 2018 yaitu, 56,54 juta ton GKG. Kemudian tahun 2019 sebesar 54,60 juta ton GKG dan 2020 sebesar 54,65 juta ton mengalami kenaikan sebanyak 45,17 ribu ton atau 0,08 persen (BPS, 2020). Namun peningkatan produksi padi tidak dapat mengimbangi peningkatan jumlah penduduk Indonesia yang terus bertambah. Mengingat besarnya kebutuhan beras Indonesia diperlukan teknologi untuk meningkatkan produksi. Teknologi peningkatan produksi padi dapat dilakukan yaitu, perakitan varietas unggul dengan karakter yang berpotensi hasil tinggi dan teknik budidaya yang tepat.

Indonesia dikenal juga memiliki keanekaragaman plasma nutfa padi yang sangat banyak diakibatkan karena kepulauan nusantara bersatu dengan benua Asia yang merupakan pusat tanaman padi (Sitaresmi et al., 2015). Pengembangan padi local menjadi salah satu faktor pendukung suksesnya program ketahanan pangan nasional sebagai upaya peningkatan padi nasional. Padi lokal sebagai sumber plasma nutfa yang merupakan aset yang berharga (Siwi dan kartowindo). Beberapa daerah di Indonesia memiliki padi unggul, salah satunya adalah padi lokal.

Padi lokal banyak dibudidayakan di Asia Selatan dan Asia Tenggara untuk memenuhi permintaan konsumen serta mendapat penerimaan yang lebih luas di Timur Tengah, Eropa, Australia dan Amerika Serikat karena memiliki aroma dan rasa yang khas (Hien et al., 2006). Negara bagian Arunachal Pradesh, Assam, Manipur, Meghalaya, Mizoram, Nagaland, Sikkim dan Tripura di India banyak ditemukan padi local aromatic yang di budidayakan (Prasad et al., 2020). Beras aromatik varietas jasmin dan basmiati dibudidayakan di benua india dan memiliki harga tinggi di pasar pertanian di seluruh dunia (Mahajan et al., 2018). Padi aromatik di Indonesia sudah dikembangkan sejak lama seperti varietas pandanwangi, rojolele (Wijaya et al., 2011) dan sintanur, mentikwangi (Sasongko Hami Seno et al., 2011). Daerah Sulawesi Selatan juga dikembangkan padi aromatik seperti padi pulu mandoti yang berada di Kab. Enrekang

(Masniawati et al., 2015), padi tarone di kecamatan Seko Kab. Luwu Utara (Arzam et al., 2017).

Kabupaten Luwu Utara merupakan salah satu daerah penghasil padi lokal, yang memiliki luas daerah 7.502,58 km², dan terdapat 27.653,60 ha sawah. Tipe agroekologi wilayah yang beragam di kabupaten ini dicerminkan oleh sifat fisik wilayah, kemiringan, dan ketinggian tempat dari permukaan laut, serta karakteristik iklim tropis basah (BPS, 2017). Hal ini menyebabkan daerah ini cukup kaya akan plasma nutfah, salah satunya adalah plasma nutfah padi lokal, daerah ini juga memiliki keragaman genetik padi lokal yang tinggi, tetapi sampai saat ini kegiatan identifikasi terhadap padi lokal belum banyak dilakukan pada wilayah ini. Kultivar padi lokal yang berasal dari wilayah Luwu Utara umumnya berupa padi lahan kering atau dataran tinggi, meskipun ada juga jenis padi sawah.

Kecamatan Seko dan kecamatan Rongkong adalah kecamatan di Kabupaten Luwu Utara penghasil beras lokal organik. Tarone, kamba, remaja, dambo merupakan padi lokal aromatik yang ada pada daerah Seko Luwu Utara (Arzam et al., 2017), sedangkan bandarata, remaja, banjara di daerah Rongkong (BPP Rongkong, 2021). Padi lokal ini memiliki potensi hasil yang belum maksimal yaitu berkisar 1 – 3,5 ton ha gabah kering giling (BPP Seko, 2020., BPP Rongkong, 2020). Rendahnya kuantitas dan kualitas padi aromatik padi lokal dapat ditingkatkan melalui berbagai rangkaian perlakuan, seperti pemupukan (Kasniari dan Nyoman 2007), identifikasi karakteristik padi lokal (Hairmansis 2006)

Pengembangan produktivitas dan kualitas padi Indonesia sangat penting untuk ditingkatkan dengan harapan dapat membantu dalam pemenuhan kebutuhan beras nasional. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menggali potensi plasma nutfah padi lokal adalah dengan melakukan karakteristik. Kualitas butir beras seperti sifat-sifat fisik beras, ukuran, bentuk, kualitas rasa dan aroma merupakan faktor penting untuk menentukan harga di pasar domestik maupun internasional serta menjadi standart bagi konsumen untuk memilih produk beras terbaik (Mahajan et al., 2018). Identifikasi sifat-sifat penting pada padi lokal perlu terus dilakukan agar dapat diketahui potensinya (Hairmansis 2006).

Informasi analisis kualitas padi lokal biasanya didasarkan pada sifat-sifat umum seperti karakter morfologi (bentuk daun, bentuk buah, warna kulit biji), sifat agronomis (umur panen, tinggi tanaman, panjang tangkai daun, jumlah anakan) dan profil fisikokimia (Pitiphunpong et al., 2011). Identifikasi karakter morfologi merupakan metode yang mudah dan cepat, bisa digunakan secara langsung pada populasi tanaman kemudian data yang diperoleh dapat dijadikan sebagai deskripsi tanaman dan perbaikan sifat tanaman maupun rencana pengembangan tanaman (SAIDAH, 2015). Sifat-sifat tersebut tidak berdiri sendiri, melainkan bekerjasama dan saling berpengaruh menentukan kualitas tanak dan rasa pada nasi (Bao & Bergman, 2018).

Peningkatan produksi padi yang optimal harus berimplikasi penerapan pemupukan dan pengendalian hama dan penyakit (Valdez-Nuñez et al., 2020). Pemupukan bertujuan untuk menjaga unsur hara pada tanaman padi agar dapat berkembang dengan baik dan terhindar dari hama dan penyakit (Wahyuni Yahyan,

2021). Teknologi pemupukan merupakan salah satu faktor penentu dalam meningkatkan produksi pangan dan perlu rekomendasi pemupukan yang tepat untuk perubahan status hara dalam tanah (Kasniari dan Nyoman, 2007). Mawardiana et al. (2013) menyatakan kekurangan unsur hara pada tanaman akan mengakibatkan pertumbuhan tanaman tidak optimal dan menurunkan produktivitas. Unsur-unsur hara makro (N, P, K) yang berperan penting dalam pertumbuhan tanaman serta mengatasi kekurangan hara dalam tanaman sangat dibutuhkan untuk mengatasi kekurangan hara pada tanaman padi. Ketersediaan N, P, K dalam tanah merupakan faktor pembatas untuk mendapatkan pertumbuhan dan hasil maksimum dari tanaman yang dibudidayakan (Munawar 2011). Berdasarkan hal tersebut, maka usaha peningkatan produksi dapat dilakukan dengan cara perbaikan teknik budidaya yang meliputi pemupukan dengan pupuk organik, pupuk hayati dan penggunaan varietas yang sesuai (Nurahmi et al., 2011).

Pupuk hayati mengandung mikroba yang bermanfaat dan dapat meningkatkan kesuburan dan kualitas tanah (Zainuddin et al., 2019). Menurut (Syaiful et al., 2013) bahwa penggunaan pupuk hayati dan pupuk nitrogen dapat meningkatkan produktivitas padi dan mengurangi regradasi lahan. Penggunaan mikroba sebagai pupuk hayati untuk meningkatkan hasil pertanian sedang marak dilakukan (Zain et al., 2018). Salah satu hal yang memicu adalah dengan ditemukannya berbagai jenis bakteri endofit diazotrop pada tanaman (Rothballer et al., 2006). Bakteri diazotrop adalah salah satu komunitas mikroba yang penting dalam rizosfer dalam meningkatkan produksi pertumbuhan tanaman dengan memasok nitrogen tanaman (Kumar et al., 2017).

Bakteri rhizosfer adalah mikroorganisme yang hidup di daerah akar tanaman dan berinteraksi dengan akar serta lingkungan sekitarnya. Mereka berkontribusi dalam proses seperti penyerapan nutrisi, pengendalian patogen, dan peningkatan ketahanan terhadap stres lingkungan melalui mekanisme seperti produksi hormon pertumbuhan dan senyawa antimikroba (Berg et al., 2014). Mikroorganisme yang bersimbiosis dengan akar tanaman adalah bakteri pemacu pertumbuhan tanaman (PGPR). Bakteri rhizosfer dapat meningkatkan ketersediaan nutrisi, seperti nitrogen dan fosfor, melalui proses biokimia yang kompleks, termasuk fiksasi nitrogen dan solubilisasi fosfat sehingga dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman (Farhanah et al., 2024). Bakteri ini berperan dalam pengendalian patogen dengan memproduksi senyawa antimikroba yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba patogen (Khan et al., 2021). Menurut Babalola (2021) bahwa keanekaragaman komunitas bakteri rhizosfer sangat penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem tanah dan meningkatkan produktivitas pertanian. Bakteri mengandung hormon auksin, giberelin, sitokinin (Jiang et al., 2024), Selain itu bakteri rhizosfer dapat memperbaiki kualitas tanah (Hernández-Amador et al., 2024). dan bakteri rhizosfer juga dapat memproduksi hormon pertumbuhan tanaman, seperti auksin, yang berkontribusi terhadap stimulasi pertumbuhan akar dan peningkatan penyerapan air (Kumar et al., 2022) sebagai agen pengendalian hayati (Chen et al., 2024). Penggunaan isolat bakteri telah terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman. Fitri dan Gofar (2009) menyatakan bahwa pemberian isolat bakteri mampu meningkatkan parameter pertumbuhan tanaman dan meningkatkan produksi tanaman padi.

Menurut (Simanungkalit, 2006) bahwa pupuk organik yang diperkaya dengan pupuk hayati mampu meningkatkan kualitas dari pupuk organik. Kunci utama dalam pemberian bahan organik untuk mengaktifkan peranan organisme didalam tanah

sebagian besar dinamakan organisme heterotrop (Subowo, 2010). Semua peran bahan organik dapat berlangsung setelah mengalami perombakan oleh aktivitas organisme tanah. Tanpa organisme tanah bahan organik akan tetap utuh, sehingga penambahan organisme kedalam bahan organik dapat meningkatkan efektivitas fungsi bahan organik. Penggunaan pupuk organik kurang efisien karena harus diberikan dalam jumlah yang banyak karena kandungan haranya yang rendah sehingga perlu dicarikan solusi agar dosis yang diaplikasikan dapat direduksi namun kualitas meningkat (Simanungkalit, 2006). Salah satu cara yang dimaksud adalah dengan cara pengayaan dengan pupuk hayati.

Petani padi lokal di kabupaten Luwu Utara saat ini mengalami beberapa tantangan diantaranya, penanaman padi lokal masih mengalami potensi hasil yang rendah diakibatkan pratek budidaya yang belum optimal, pemupukan belum tepat, serangan hama dan penyakit. Dengan demikian penelitian ini sangat penting untuk dilakukan untuk meningkatkan produktivitas padi lokal organik serta ketahanan padi lokal di wilayah ini. Penelitian ini memberikan kontribusi yang signifikan di daerah Luwu Utara untuk pengembangan varietas, plasma nutfa padi lokal dengan mengidentifikasi morfologi dan menganalisis bakteri rizosfer yang berpotensi untuk meningkatkan produktivitas padi. Dengan cara mengidentifikasi sifat unggul dari varietal lokal yang berfungsi untuk melestarikan keberagaman genetic dan dapat mengoptimalkan pemanfaatan bakteri rizosfer untuk pertumbuhan dan peningkatan produksi. Berdasarkan uraian tersebut maka aplikasi bakteri rizosfer (PGPR) asal padi local Luwu Utara, dalam bentuk pupuk hayati yang dikombinasikan dengan pupuk organik dapat meningkatkan produksi padi.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana keragaman genetik plasma nutfa padi local Luwu Utara berdasarkan marka morfologi dan molekuler dengan penanda SSRs
2. Bagaimana mengkarakterisasi secara morfologi dan molekuler bakteri rizosfer dari padi local Luwu Utara dan mampu berpotensi sebagai pupuk hayati
3. Apakah pupuk hayati dari isolate bakteri rizosfer padi lokal mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi padi lokal Luwu Utara.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis keragaman genetik plasma nutfa padi local Luwu Utara berdasarkan marka morfologi dan molekuler dengan penanda SSRs
2. Menkarakterisasi morfologi dan molekuler bakteri rizosfer dari padi local Luwu Utara berpotensi sebagai pupuk hayati
3. Menguji kemampuan pupuk hayati asal isolat bakteri rizosfer padi lokal terhadap pertumbuhan dan produksi padi lokal Luwu Utara.

1.4 Kegunaan Penelitian

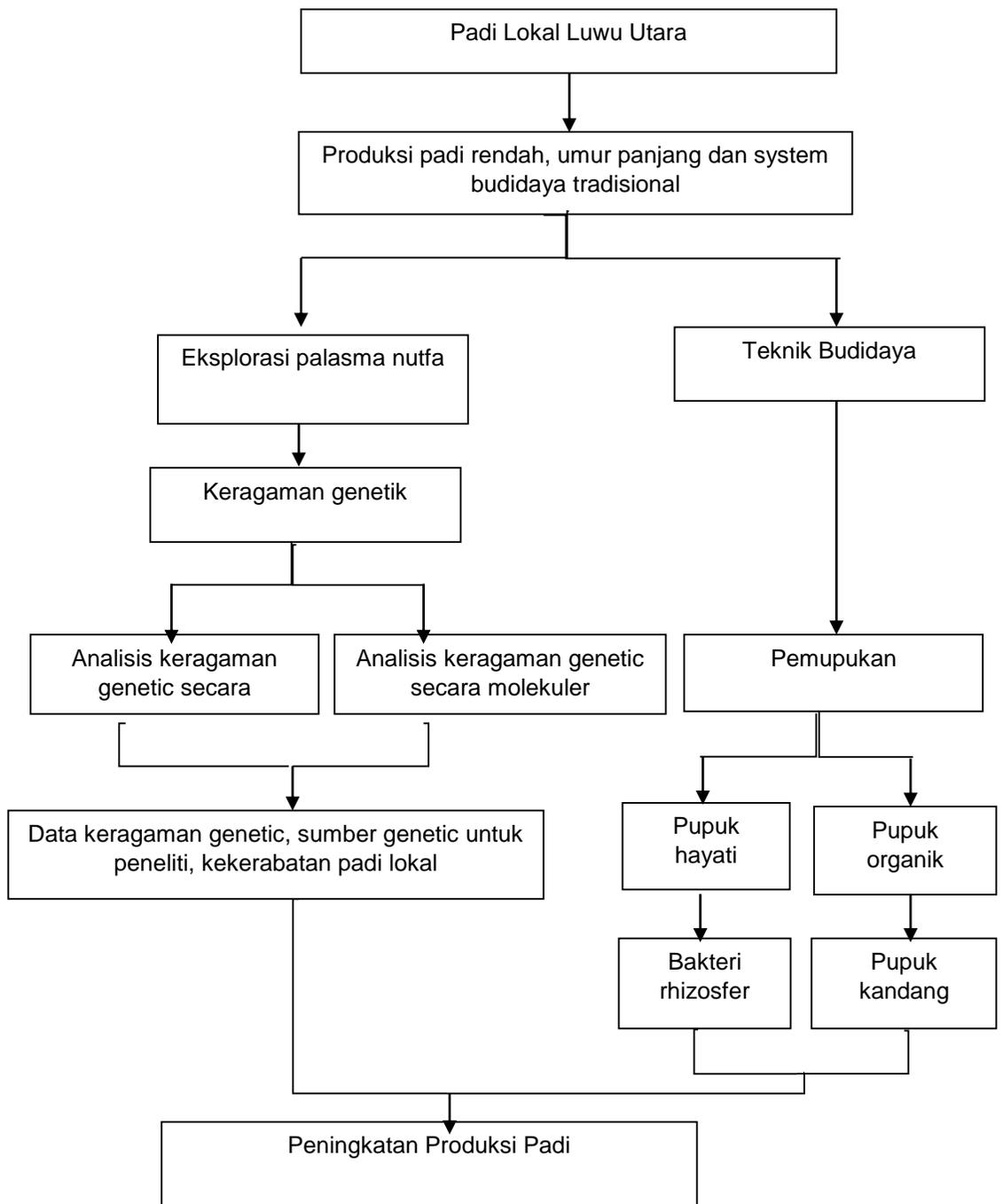
Kegunaan penelitian ini adalah:

1. Secara praktis penelitian ini dapat memberikan informasi analisis keragaman genetik plasma nutfa padi local Luwu Utara berdasarkan marka morfologi dan molekuler dengan penanda SSRs
2. Informasi morfologi dan molekuler bakteri rizosfer dari padi local Luwu Utara berpotensi sebagai pupuk hayati
3. Adanya informasi kemampuan pupuk hayati asal isolat bakteri rizosfer padi lokal terhadap pertumbuhan dan produksi padi lokal Luwu Utara.

1.5 Kebaharuan Penelitian

1. Terdapat informasi keragaman genetik plasma nutfa padi local Luwu Utara berdasarkan marka morfologi dan molekuler dengan penanda SSRs
2. Terdapat informasi identifikasi morfologi dan molekuler bakteri rizosfer dari padi local Luwu Utara serta berpotensi sebagai pupuk hayati
3. Terdapat informasi aplikasi pupuk hayati asal isolat bakteri rizosfer padi local Luwu Utara dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi padi.

1.6 Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 1. 1: Kerangka Pikir Penelitian

1.7. Hipotesis

1. Terdapat jenis isolat bakteri rizosfer padi lokal yang mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi padi tarone.
2. Terdapat pemberian dosis pupuk kandang sapi yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi padi tarone,
3. Terdapat interaksi isolate bakteri rizosfer padi lokal dan pupuk kandang yang mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi padi tarone.

BAB II

KERAGAMAN GENETIK PADI LOKAL LUWU UTARA BERDASARKAN MORFOLOGI DAN PENANDA SSR

2.1. Abstrak

Karakterisasi secara morfologi dan molekuler merupakan cara untuk menggali potensi keanekaragaman genetik padi lokal. Padi lokal Luwu Utara memiliki keanekaragaman genetik yang cukup tinggi. Struktur genetik dan hubungan antar varietas lokal akan berguna dalam seleksi tetua dalam program pemuliaan padi. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis keragaman genetik plasma nutfah padi lokal Luwu Utara berdasarkan marka morfologi dan molekuler dengan penanda SSRs. Penelitian analisis morfologi dilakukan berdasarkan Panduan Karakterisasi dan Evaluasi Plasma Nutfah padi dari Komisi Nasional Plasma Nutfah 2002 dari Internasional Rice Research Institute (IRRI) TAHUN 2002 dan Analisis molekuler berdasarkan penanda SSRs menggunakan program NTSYS-PC VERSION 2,0. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hubungan kekerabatan dari 12 aksesori padi lokal yang dibudidayakan di Luwu Utara berdasarkan morfologi menunjukkan hubungan kekerabatan dengan nilai koefisien kemiripan 47 % yang terbentuk dua kluster yaitu, kluster pertama merupakan aksesori padi dari Kec. Seko yaitu, padi tarone, tarone hoyane, doni dan nangka sedangkan kluster kedua merupakan gabungan dari jenis padi yang dibudidayakan di kecamatan Seko dan Rongkong yaitu, jeri, buri buri, mandi, bandarata, mandi merah, banjara, remaja dan sumorong. Analisis keragaman genetik berdasarkan molekuler dengan menggunakan marka SSR menunjukkan Aksesori padi lokal Luwu Utara baru membentuk satu kelompok pada kemiripan 0,59 atau 59%. Kluster pertama gabungan dari aksesori padi Kecamatan Rongkong dan Seko menunjukkan keanekaragaman genetik antar individu di dalam aksesori padi lokal Luwu Utara sudah sangat rendah. Kluster kedua padi dari kecamatan Seko menunjukkan bahwa aksesori padi lokal masih terdapat individu-individu yang memiliki jarak genetik cukup jauh sehingga seleksi untuk karakter tertentu untuk perbaikan sifat masih sangat memungkinkan.

Kata kunci: Keragaman genetik, Padi Lokal, Morfologi, Penanda SSR

2.2. Pendahuluan

Padi (*oryza sativa*) merupakan tanaman pangan utama dan makanan pokok bagi separuh penduduk dunia terutama di Asia, dengan luas sekitar 165 juta hektar dengan produksi 757 juta ton (Omar et al., 2023). Tanaman ini sangat penting terutama di negara berkembang seperti Asia Tenggara, karena menyediakan lebih dari 21% sampai 76% kebutuhan kalori manusia (Elkatry et al., 2023). Oleh karena itu peningkatan produktivitas padi dapat dilakukandengan meningkatkan luas tanam padi. Namun saat ini terdapat banyak kendala diantaranya, kekurangan air, peningkatan salinitas, dan perubahan iklim dan perbaikan genotip baru (Fahad et al., 2018). Selain itu, potensi hasil varietas padi saat ini mengalami stagnasi sehingga menghambat peningkatan produksi padi antara lain kurangnya investasi yang cukup untuk meningkatkan varietas yang berpotensi hasil tinggi, kualitas gabah unggul kurang, dan daya adaptasi lingkungan yang kuat (Chaniago et al., 2022). Oleh sebab itu padi lokal yang termasuk dalam keanekaragaman genetik tingkat tinggi dapat memberikan peluang bagi pemulia tanaman untuk menyeleksi dan meningkatkan kultivar baru (Narumol et al., 2023).

Tanaman padi di Indonesia memiliki lebih dari 17 ribu aksesori dan sekitar 3.500 aksesori diantaranya telah dikarakterisasi dan digunakan sebagai sumber gen atau tetua dalam perakitan varietas unggul padi dan keragaman ini merupakan sumberdaya genetik dan modal dasar yang sangat berharga untuk perakitan dan perbaikan varietas padi (Sudaryono et al., 2023). Perbaikan dan pengembangan genotipe baru dan menghasilkan varietas unggul cara terbaik untuk meningkatkan produksi (Potts et al., 2023). Keragaman genetik merupakan bahan utama dalam keberhasilan program pemuliaan (Sarif et al., 2020). Pemuliaan memiliki tujuan untuk mendapatkan hasil tinggi dan ketahanan terhadap tekanan biotik dan lingkungan untuk mencegah hambatan signifikan terhadap produksi beras secara global (Gaballah et al., 2022). Sehingga perlu kajian terhadap keragaman genetik dan latar belakang genetik masing-masing varietas, yang berguna untuk meningkatkan sifat-sifat agronomi (Sabri et al., 2020). Studi tentang keanekaragaman genetik sangat penting dilakukan karena menjamin penggunaan sumber daya plasma nutfah yang tepat dan sistem pemuliaan yang produktif untuk mempromosikan spesies tanaman yang berkerabat dekat (Al-daej et al., 2023). Kekayaan plasma nutfah padi termasuk varietas lokal atau padi lokal telah ditanam secara turun temurun sejak dahulu dan telah beradaptasi pada berbagai kondisi lahan dan iklim. Selain itu, padi lokal secara alami telah teruji ketahanannya terhadap berbagai tekanan lingkungan serta hama dan penyakit, toleran terhadap cekaman abiotik, dan memiliki kualitas beras yang baik sehingga disenangi oleh banyak konsumen (Bin Rahman & Zhang, 2023; Budiwati et al., 2020). Varietas padi lokal tersebut juga berpotensi sebagai sumber plasma nutfah dan berbagai gen donor yang bermanfaat dalam program pemuliaan tanaman dan keanekaragaman hayati padi merupakan aset yang sangat berharga untuk perakitan dan perbaikan varietas padi. Namun padi lokal menghasilkan produktivitas lebih rendah dari varietas unggul baru yang diintroduksi dan memiliki siklus hidup panjang sekitar 6 sampai 10 bulan masa panen (Khairullah et al., 2021).

Kabupaten Luwu Utara juga merupakan daerah penghasil padi aromatic namun produksi yang belum maksimal. Kabupaten Luwu Utara memiliki luas 7.502,58 km² yang terdiri dari 27653.60 ha sawah. Tipe agroekologi wilayah yang beragam dicerminkan oleh beragamnya sifat fisik wilayah, kemiringan, dan ketinggian tempat dari permukaan laut, serta karakteristik iklim tropis basah (BPS 2022). Hal ini menyebabkan daerah ini cukup kaya akan plasma nutfah, salah satunya adalah plasma nutfah padi aromatic, daerah ini juga memiliki keragaman genetik padi lokal yang tinggi, tetapi sampai saat ini kegiatan identifikasi terhadap padi lokal belum banyak dilakukan. Kultivar padi lokal yang berasal dari wilayah Luwu umumnya berupa padi lahan kering atau dataran tinggi, meskipun ada juga jenis padi sawah. Tarone, kamba, remaja, dambo merupakan padi lokal aromatic yang ada pada daerah Seko Luwu Utara (Arzam et al., 2017). Padi lokal ini memiliki potensi hasil yang belum maksimal yaitu berkisar 3 – 3,5 ton ha gabah kering giling, memiliki rasa nasi enak serta nilai ekonomis tinggi dan padi-padi lokal tersebut tersebar secara spesifik di berbagai desa dan secara turun temurun dibudidayakan oleh masyarakat tradisional dan telah beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang spesifik. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menggali potensi padi lokal adalah dengan melakukan karakterisasi. Karakterisasi secara morfologi dan molekuler dilakukan dengan menggunakan bantuan penanda atau marka molekuler dalam membedakan genom tanaman. Karakterisasi morfologi dapat digunakan untuk mengenali koleksi

plasma nutfah duplikat atau duplikat, menduga keragaman genetik, dan korelasi antara sifat morfologis dengan sifat agronomis penting lainnya (Rimoldi *et al.* 2010, Talebi *et al.* 2008).

Penanda molekuler merupakan peralatan pemuliaan modern untuk memperbaiki tanaman (Caro *et al.*, 2022) Penanda molekuler digunakan untuk mengkarakterisasi genotipe secara genetik, berfungsi sebagai pelengkap identifikasi morfologinya (Ghonaim *et al.*, 2023). Penanda molekuler adalah segmen DNA yang dapat mewakili kelas fungsional berbeda dan telah banyak digunakan untuk memperkirakan variasi genetik di antara populasi yang berbeda yang memiliki sifat yang dapat diwariskan, dapat diterapkan pada bagian manapun dari genom, dan mudah dideteksi pada jaringan tanaman tanpa terpengaruh oleh pengaruh lingkungan (Adjebeng-Danquah *et al.*, 2020). Dua penanda DNA yang paling sering digunakan dalam penilaian keragaman genetik adalah simple sequence repeats (SSRs) dan inter-simple sequence repeats (ISSRs) (Rezk *et al.*, 2024). Salah satu penanda yang banyak digunakan dalam pemuliaan molekuler dan analisis keanekaragaman genetik adalah pengulangan urutan sederhana (SSR). SSR adalah pengulangan tandem pendek yang memiliki unit berulang di-, tri-, tetra- pentanukleotida dan panjangnya sekitar 1–6 bp, berlimpah, dan terdistribusi dengan baik di seluruh genom dimana unit berulang dapat bervariasi antar genotipe/ individu sehingga menjadikannya alat yang sangat berguna dalam sidik jari, genotipe, dan analisis keragaman genetik. (Li *et al.*, 2023). Penanda molekuler berbasis PCR yang saat ini banyak digunakan untuk analisis keragaman genetik adalah mikrosatelit (SSR, *simple sequence repeat*), karena memiliki tingkat polimorfisme yang tinggi, bersifat kodominan, dan mudah diaplikasikan (Nachimuthu *et al.*, 2015).

Keberagaman varietas padi lokal di Luwu Utara merupakan asset penting yang mendukung ketahanan pangan. Namun, banyaknya varietas ini belum terkarakterisasi secara mendalam, sehingga potensi genetik yang dimiliki masih belum dimanfaatkan secara optimal. Keberadaan padi lokal memiliki potensi yang besar untuk mendukung program pemuliaan tanaman, sehingga diperlukan upaya untuk menginventarisasi informasi karakteristik dan keragaman genetik plasma nutfah padi lokal tersebut. Informasi keragaman genetik yang diperoleh dari plasma nutfah padi lokal tidak hanya akan sangat bermanfaat bagi konservasi berkelanjutan sumber daya genetik pertanian, tetapi juga program pemuliaan tanaman (Hue *et al.*, 2018). Saat ini, kegiatan evaluasi keragaman genetik padi lokal di Indonesia terutama di Luwu Utara masih belum dilakukan secara intensif, sehingga penelitian ini dilakukan dengan tujuan mendapatkan informasi mengenai karakteristik dan keragaman genetik padi lokal Luwu Utara Indonesia berdasarkan karakter penanda SSR. Informasi keragaman genetik diharapkan dapat meningkatkan pemahaman dan pemanfaatan yang lebih baik pada sumber plasma nutfah padi lokal untuk tujuan pemuliaan tanaman di masa mendatang.

2.3. Metode

2.3.1. Tempat dan Waktu

Penelitian ini terbagi atas dua tahap. Penelitian pertama penanaman padi lokal hasil eksplorasi yang ditanam di lahan milik petani di dua kecamatan yaitu, kecamatan Rongkong dan kecamatan Seko. Kecamatan Rongkong, Desa Limbong menanam aksesori padi lokal bandarata, banjara, remaja, sumorong. Kecamatan ini memiliki

ketinggian tempat 900 mdpl, suhu rata-rata 20 C⁰ – 25 C⁰. Jenis tanah regosol merah kekuningan dengan pH 5 – 7 dan curah hujan 2301 mm. Waktu menanam pada bulan September. Sedangkan kecamatan Seko, Desa Eno menanam aksesori padi lokal tarone, tarone hoyane, jeri, buri buri, mandi, mandi merah, doni, angka. Kecamatan Seko memiliki ketinggian tempat 1.485 mdpl. Jenis tanah regosol merah kekuningan dengan Ph 5 – 7 dan curah hujan 2301 mm. Waktu penelitian bulan Januari. Sedangkan untuk analisis molekuler dilaksanakan di laboratorium Balitsereal (Balai Penelitian Tanaman Sereali) Maros.

2.3.2. Alat dan Bahan

1. Morfologi Padi

Alat yang digunakan dalam penelitian morfologi tanaman padi ini yaitu, gunting, timbangan analitik, label, kamera, penggaris, alat tulis menulis. Bahan yang digunakan yaitu, benih padi lokal yang berasal dari kecamatan Rongkong dan kecamatan Seko. Adapun benih padi lokal yang ditemukan di kabupaten Luwu Utara pada daerah Seko yaitu, tarone, tarone hoyane, buri-buri, jeri, doni, angka, mandi, mandi merah, sedangkan daerah Rongkong yaitu, bandarata, banjara, remaja dan sumorong.

2. Molekuler

Alat yang digunakan adalah : oven (*Air Concept Floilabo*), tanur, Moisture meter MB 200, Desikator, labu kjeldahl, spektrofotometer, Rapid Visco Analyzer Differential Scanning Calorimetry (DSC Thermo Plus Evo Rigaku DSC2830, Jepang), vortex, sentrifus, mikrotube, microwave, mesin elektroforesis, mesin PCR (*Polymerase Chain Reaction*), mesin gel.

Bahan yang digunakan dalam penelitian laboratorium yaitu, 12 varietas padi lokal yaitu, tarone, tarone hoyane, buri-buri, jeri, mandi, mandi merah, doni, angka, remaja, bandarata, banjaradan sumorong. NaOH, HCl, heksana, H₂SO₄, indikator metil merah - metil biru, KI, I₂, asam asetat, amilosa murni, Dekrosa glukosa, etanol, NaCO₃, nitrogen cair, buffer ekstraksi, SDS, β- mercapto, potassium acetate, isopropanol, ethanol PA 70%, buffer TAE, agarosa, loading dye, ddH₂O, TE buffer, PCI, clorofom, natrium acetate, RNase, Etidium Bromide, Maxter Mix Promega, Primer Bradburry ESP, IFAP, INSP, EAP. Primer yang digunakan yaitu, RM8: CACGTGGCGTAAATACACGT, RM216: GCATGGCCGATGGTAAAG, RM223: GAGTGAGCTTGGGCTGAAAC, RM314: CTAGCAGGA ACTCCTTTCAGG, RM324: CTGATTCCACACACTTGTGC, RM334: GTTCAGTGTTCAGTGCCACC, RM341: CAAGAAACCTCAATCCGAGC.

2.3.3. Metode Penelitian

2.3.1. Morfologi Tanaman

a. Eksplorasi padi lokal

Eksplorasi padi lokal dilakukan pada daerah-daerah yang menanam padi lokal, utamanya di daerah dataran tinggi seperti Seko dan Rongkong. Benih padi dikoleksi dari petani yang membudidayakan padi lokal Luwu Utara dengan jumlah yang cukup untuk masing-masing genotipe, sehingga memungkinkan langsung dilakukan pengujian lebih lanjut. Penanaman padi lokal pada dua daerah di Kabupaten Luwu Utara yaitu, Rongkong dan Seko. Adapun benih padi lokal yang ditemukan di Kabupaten Luwu Utara

pada daerah Seko yaitu, tarone, tarone hoyane, buri-buri, jeri, mandi, mandi merah, doni angka sedangkan daerah Rongkong yaitu, bandarata, banjara, remaja dan sumorong.

b. Karakterisasi morfologi

Tahapan penelitian karakteristik morfologi padi lokal yang ada di Luwu Utara dilakukan langsung di lahan petani, dengan mengamati karakter vegetative dan generative. Setiap padi lokal diamati ciri morfologinya (batang, daun, malai, dan gabah, biji). Karakterisasi morfologi dilakukan di lahan petani dengan mengambil sepuluh sampel sesuai Panduan Karakterisasi dan Evaluasi Plasma Nutfah padi dari Komisi Nasional Plasma Nutfah 2002 dari Internasional Rice Research Institute (IRRI) TAHUN 2002 (Silitonga *et al.* 2014 ipb). Metode yang digunakan untuk analisis karakter morfologi tanaman padi local adalah menggunakan program NTSYS-PC VERSION 2,0. Standar pengamatan deskripsi morfologi tanaman padi disajikan dalam tabel 2.1. (Silitonga,2003).

Dokumentasi masing masing sampel padi lokal difoto menggunakan alat kamera. Hasil dokumentasi dapat dilihat di lampiran.

Tabel 2.1. Standar pengamatan deskripsi morfologi tanaman padiStandar pengamatan deskripsi morfologi tanaman padi

No	Variabel Pengamatan	Waktu Pengamatan	Kode Skor
1	Panjang daun	Fase pertumbuhan 4 - 6	1.Sangat pendek (<21 cm) 3.Pendek (21-40 cm) 5. Sedang (41-60 cm) 7. Panjang (61-80 cm) 9. Sangat panjang (>80 cm)
2	Tinggi Tanaman (cm)	Fase pertumbuhan 4 - 6	1.Pendek (<110) 3. Sedang (110-130 cm) 5. Tinggi (>130)
3	Jumlah anakan	Fase pertumbuhan 6-9	jumlah anakan dihitung setelah pembungaan penuh per tanaman 1.Sangat banyak (>25) 3.Banyak (20-25) 5.Sedang (10-19) 7.Sedikit (5-9) 9.Sangat Sedikit (< 5)
4	Panjang malai	Fase pertumbuhan 8	malai diukur mulai leher sampai ujung malai dalam satuan cm 1.Panjang 3. Sedang 5. Pendek
5	Jumlah gabah/malai (butir)	Fase pertumbuhan 9	1.Sedikit (>150) 3. Sedang (150-300) 5. Banyak (>300)

6	Panjang rambut gabah	Fase pertumbuhan 9	1.Pendek (1-5 mm), 3. Sedang (12-17 mm) 5. Panjang (40-55 mm) 7. Tidak ada
7	Panjang gabah	Fase pertumbuhan 9	1.Pendek 3. Sedang 5. Panjang 7.Sangat Panjang
8	Lebar gabah	Fase pertumbuhan 9	1.Pendek 3. Sedang 5. Panjang 7.Sangat Panjang
9	Bobot 1000 butir	Fase pertumbuhan 9	bobot dari 1000 gabah bernas ditimbang dalam satuan gram 1.Berat 3. Sedang 5. Ringan
10	Umur panen	Fase pertumbuhan 9	umur berbunga dihitung sejak semai sampai matang (85% butir dalam malai per rumpun sudah matang) 1.Panjang 3. Sedang 5. Pendek
11	Produksi		1.Tinggi 3. Sedang 5. Rendah
12	Bentuk lidah daun	Fase pertumbuhan 3-4	1=acute acuminate; 2=berlekuk; 3= <i>truncate</i>
13	Warna lidah daun	Fase pertumbuhan 4-5	1=tidak berwarna; 2=hijau; 3=hijau dengan garis ungu; 4=ungu muda; 5=ungu
14	Warna telinga daun	Fase pertumbuhan 4-5	1=putih; 2=hijau muda; 3=ungu
15	Warna helai daun	Fase pertumbuhan 4-6	1=hijau muda; 2=hijau; 3=hijau tua; 4=ungu pada bagian ujung; 5=ungu pada bagian pinggir; 6=campuran ungu dengan hijau; 7=ungu

16	Warna pelepah daun	Fase pertumbuhan 4-6	1=hijau; 2=bergaris ungu; 3=ungu muda; 4=ungu
17	Permukaan daun	Fase pertumbuhan 5-6	1=tidak berambut; 2=sedang; 3=berambut
18	Sudut daun bendera (SD)	Fase pertumbuhan: 4-5.	1=tegak; 3=sedang; 5=mendatar; 7=terkulai
19	Warna ruas batang	Fase pertumbuhan 7-9	1=hijau; 2=kuning emas; 3=bergaris ungu; 4=ungu
20	Ketegaran batang	Fase pertumbuhan 8-9	1=kuat (tidak lengkung); 3=agak kuat (sebagian besar agak lengkung); 5=sedang (sebagian lengkung); 7=lemah (sebagian besar agak rabah)
21	Tipe malai	Fase pertumbuhan 8	1=tegak; 3=agak tegak; 5=menyebarkan
22	Warna ujung gabah	Fase pertumbuhan 6	1=tidak berwarna; 2=kuning jerami; 3=kuning emas; 5=cokelat; 7=merah; 9=ungu; 11=hitam
23	Warna lemma dan Palea	Fase pertumbuhan 9	1=kuning jerami; 2=kuning emas; 3=bercak cokelat; 4=garis-garis cokelat; 5=cokelat; 6=kemerahan sampai ungu muda; 7=bercak ungu; 8=garisgaris ungu; 9=ungu; 10=hitam; 11=putih
24	Bentuk beras pecah Kulit	Fase pertumbuhan 9	1=bulat; 2=agak bulat; 3=agak ramping; 4=ramping; 5=panjang ramping
25	Warna beras pecah Kulit	Fase pertumbuhan 9	1=putih; 2=cokelat muda; 3=bercak cokelat; 4=cokelat tua; 5=merah muda; 6=merah; 7=bercak-bercak ungu; 8=ungu; 9=ungu tua/ hitam

Keterangan: fase pertumbuhan tanaman padi saat pengamatan: 1=perkecambahan; 2=bibit; 3=anakan; 4=pemanjangan batang; 5=bunting; 6=pembungaan; 7=masak susu; 8=pengisian; 9=pematangan. Sumber Panduan Karakterisasi dan Evaluasi Plasma Nutfah padi dari Komisi Nasional Plasma Nutfah 2003 dari Internasional Rice Research Institute (IRRI) TAHUN 2002 (Silitonga *et al.* 2014 ipb).

2.3.2. Analisis Molekuler dan Keragaman Genetik

a. Persiapan materi genetik

Persiapan materi genetik untuk isolasi DNA dilakukan dengan menanam sebanyak 12 aksesori padi lokal yang ditemukan di Luwu Utara. Aksesori padi lokal yaitu, tarone, tarone hoyane, jeri, buri buri, mandi, mandi merah, doni, nangka di tanam di Kecamatan Seko sedangkan aksesori padi bandarata, banjara, remaja, sumorong di daerah kecamatan Rongkong. Setelah tanaman padi umur 21 hari setelah tanaman diambil untuk isolasi DNA. Jumlah tanaman yang diambil setiap aksesori adalah 15 batang yang tumbuh dengan bentuk daun yang sudah membuka sempurna dan memenuhi kriteria sehat, segar tidak terserang hama dan penyakit. Pengambilan daun untuk isolasi DNA dilakukan dengan cara menggunting daun tersebut. Sampel daun yang telah diambil digunting dan ditimbang sebanyak 0,4 gram. Kemudian dimasukkan kedalam tube yang telah berisi 1000 µl buffer ekstraksi CTAB yang diberi label dan disimpan dalam freezer dengan suhu -30 0C sampai isolasi DNA dilakukan.

b. Isolasi DNA

DNA diekstraksi dari daun muda dengan prosedur ekstraksi DNA menggunakan buffer CTAB (*Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide*) dengan mengacu pada metode Doyle and Doyle (1990). Isolasi DNA dilakukan dengan mengikuti prosedur George *et al.* (2004) yang dimodifikasi dengan mengganti nitrogen cair dengan buffer CTAB pada saat penggerusan jaringan segar tanaman berdasarkan metode Khan *et al.* (2004). Daun padi digerus sebanyak 0,5 gram dengan nitrogen cair lalu memasukkan kedalam microube yang berisi 500 µ buffer eks 25 µ SDS 20% dan 1,25 µ β-mercapto kemudian divortex. Campuran dalam microtube diinkubasi pada 65 °C selama 10 menit sambil dibolak balik tambahkan pottasium aceate sebanyak 500 µl, selanjutnya dilakukan inkubasi dalam es selama 10 menit kemudian disentrifus selama 10 menit pada 4 °C 12.000 rpm.

c. Uji kualitas dan uji kuantitas DNA dengan Elektroforesis Horizontal

Uji kualitas dan kuantitas DNA diverifikasi melalui elektroforesis horizontal pada gel agarosa 1%. Kuantifikasi setiap hasil ekstraksi dilakukan dengan membandingkan sampel DNA dengan DNA standar (50, 100, 200, dan 300 ng/µL larutan).

d. Pengenceran DNA

Larutan DNA stok diencerkan menjadi 10 ng/µL sebagai konsentrasi larutan stok untuk PCR. Menghitung seberapa banyak larutan DNA yang diambil dan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$M1.V1 = M2.V2$$

Keterangan : M1 = Konsentrasi DNA stok

V1 = Volume stok yang dilarutkan

M2 = Konsentrasi larutan kerja
V2 = Volume larutan kerja yang disiapkan

Setelah didapatkan berapa volume stok yang akan dilarutkan kemudian stok DNA diambil sesuai perhitungan dan dipindahkan kedalam tabung mikro 0.5 ml. Larutan DNA disimpan pada suhu 4 0C.

e. Proses PCR

Reaksi PCR dilakukan dengan membuat campuran larutan yang terdiri dari 1 μ L DNA cetakan, 6,25 μ L Taq DNA polimerase, 0,5 μ L primer SSR 0,5 mM (*Forward*), 0,5 μ L primer SSR 0,5 mM (*Reverse*), dan 2,25 μ L ddH₂O. Proses amplifikasi dilakukan dalam mesin PCR *Teche Fuse TIGA FTC Plus/02*. Siklus reaksi PCR terdiri atas beberapa tahap yaitu: (1) denaturasi awal 94°C selama 2 menit, (2) denaturasi 94°C selama 30 detik, (3) *annealing* pada 53°C, 55°C, 57°C, 61°C, atau 63°C selama 1 menit, (4) ekstensi pada 72°C selama 1 menit, (5) pengulangan siklus (kembali ke tahap denaturasi, sebanyak 29 kali), (6) ekstensi terakhir pada 72°C selama 5 menit, dan (7) penyimpanan (*soak*) pada 4°C.

f. Elektroforesis dan visualisasi pita DNA

Pemisahan pita DNA hasil PCR dilakukan dengan elektroforesis menggunakan 8% PAGE. Elektroforesis dilakukan dengan menggunakan alat elektroforesis vertikal mini yaitu *Dual mini- verticals complete system MGV-202-33*. Visualisasi fragmen DNA hasil elektroforesis dilakukan menggunakan teknik pewarnaan perak (*silver staining*)

2.3.3. Analisis Data

Dari hasil pengamatan di lapangan dianalisis dengan menggunakan program NTSYS-PC (Numerical Taxonomi Multivarian Analisis Sistem) versi 2,0 (Rohhl, F 1998). Dan minitap versi 14. Sebelum data morfologi dianalisis terlebih dahulu data tersebut diskor nilai 0 jika tidak ada, nilai 1 jika ada nilai karakter yang morfologi yang sama. Sedangkan profil pita DNA hasil dari analisis SSR diskor nilai 0 jika tidak ada pita, nilai 1 jika ada nilai jika ada pita ;ada tingkat migrasi yang sama. Koefisien kesamaan genetic tanaman berdasarkan penanda morfologi dan molekuler analisis SSR diolah menggunakan prosedur SIMQUAL (Similarity for Qualitative Data) program NTSYS-PC (Numerical Taxonomi Multivarian Analisis Sistem) versi 2,0 dan dihitung berdasarkan rumus Nei dan Li (1979) atau koefisien Dice (S) yaitu $S=2nab/(na+nb)$; nab adalah jumlah pita DNA pada individu a dan b. Analisis cluster seluruh data morfologi dan SSR masing-masing dianalisis menggunakan sequential, Agglomerative, Hierarchical and Nested (SAHN-UPGM. Hasil analisis dalam bentuk dendrogram.

2.3.4. Parameter Pengamatan Molekuler

Pengamatan molekuler yang akan diamati dalam penelitian ini yaitu,

1. Profil data marka SSRs (ukuran alel, jumlah alel, frekuensi alel dan tingkat polimorfisme (PIC) masing-masing lokus SSRs yang diperoleh dari hasil analisis data menggunakan program NTSYS-PC (Numerical Taxonomi Multivarian Analisis Sistem) versi 2,0 (Rohhl, F 1998).

2. Jarak genetic diperoleh dari hasil analisis data menggunakan program NTSYS-PC.

2.4 Hasil dan Pembahasan

2.4.1 Keragaman Karakter Morfologi Plasma Nutfa Padi Lokal Luwu Utara

Karakterisasi merupakan proses penelitian yang bertujuan untuk mengetahui karakter yang dimiliki oleh suatu aksesori tanaman. Karakterisasi dapat dilakukan terhadap karakter morfologi untuk mengetahui pola keragaman genetik tanaman, namun karakter yang dapat digambarkan hanya dalam proporsi kecil dari karakter genetik dan umumnya dipengaruhi oleh faktor lingkungan (Mafaza *et al.* 2019). Keragaman karakter morfologi dapat ditentukan menggunakan karakter yang bersifat kualitatif maupun kuantitatif.

Pada penelitian ini telah diamati dengan 12 aksesori plasma nutfa padi lokal yang dibudidayakan di daerah Luwu Utara pada daerah datar tinggi yang terdapat pada daerah kecamatan Seko dan kecamatan Rongkong dapat dilihat pada Tabel 2.1. Plasma nutfa berasal dari kecamatan Seko terdapat 8 aksesori dan 4 aksesori plasma nutfa berasal dari kecamatan Rongkong. 12 aksesori plasma nutfa padi lokal yang dibudidayakan oleh petani dan terdapat 9 aksesori padi putih non ketan yaitu, tarone, tarone hoyane, jeri, buri buri, mandi, bandarata, banjara, remaja dan sumorong. 3 aksesori padi merah non ketan yaitu, Mandi merah, doni dan nangka.

Tabel 2.2. Plasma nutfa padi lokal kabupaten Luwu Utara

No	Nama Aksesori	Asal padi lokal	
1	Tarone	Seko	Padi putih non ketan
2	Tarone hoyane	Seko	Padi putih non ketan
3	Buri Buri	Seko	Padi putih non ketan
4	Mandi	Seko	Padi putih non ketan
5	Mandi merah	Seko	Padi merah
6	Jeri	Seko	Padi putih non ketan
7	Doni	Seko	Padi merah
8	Nangka	Seko	Padi merah
9	Bandarata	Rongkong	Padi putih non ketan
10	Banjara	Rongkong	Padi putih non ketan
11	Remaja	Rongkong	Padi putih non ketan
12	Sumorong	Rongkong	Padi putih non ketan

1. Karakter Kuantitatif

Hasil rekapitulasi pengukuran karakter kuantitatif dari 12 aksesori plasma nutfa padi lokal yang berasal dari Seko dan Rongkong dapat dilihat pada Tabel 2.2. Pada parameter

panjang daun terpendek dimiliki oleh jeri dengan panjang 26 cm, dan daun terpanjang dimiliki oleh nanka dengan panjang 76 cm. Tinggi tanaman tertinggi dimiliki oleh padi doni yaitu, 166 dan yang terpendek oleh padi jeri 109 cm. Jumlah anakan terbanyak adalah tarone hoyane sebanyak 25 anakan dan tersedikit adalah padi nangka. Panjang malai terpanjang doni 39 dan terpendek dimiliki oleh jeri yaitu, 20 .Jumlah gabah per malai terbanyak dimiliki oleh padi tarone dengan 270 butir, sementara yang tersedikit dimiliki oleh mandi merah 120 butir. Pada panjang rambut gabah, ada beberapa padi lokal yang tidak memiliki rambut di ujung gabah (0 mm) dan yang terpanjang dimiliki oleh nangka dengan panjang rambut 15.56 mm. Panjang gabah terpanjang dimiliki oleh tarone hoyane dengan panjang 9.96 mm dan yang terpendek dimiliki oleh badarata dengan 6.5 mm. Gabah terlebar dimiliki oleh padi buri buri dengan nilai 2.92 mm dan yang tersempit dimiliki oleh jeri dengan nilai 2,30 mm. Pada bobot 1000 butir, bobot terberat dimiliki oleh doni dengan 3.47 gram dan bobot teringan dimiliki oleh banjara dengan nilai 2.25 gram.

Tabel 2.3. Analisis karakter kuantitatif tanaman padi local Luwu Utara

Nama	Panjang daun (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah anakan	Panjang malai (cm)	jumlah gabah/malai (butir)	panjang rambut gabah (mm)	panjang gabah (mm)	lebar gabah (mm)	1000 biji (g)	Umur panen (bulan)	Produksi (ton/ha)
Tarone	56	150	15	307	210	11	7.8	2.45	3	6	3
Tarone Hoyane	47	157	17	270	168	7	9.36	2.58	2.8	6	3
Jeri	26	109	13	20	123	0	8.3	2.25	2.4	4	4
Buri buri	30	110	13	243	126	0	9.26	2.92	2.3	4	4
Mandi	31	114	14	263	121	3.7	8.48	2.26	2.5	4	3
Mandi Merah	32	116	13	24	120	5.45	8.3	2.3	2.5	4	2
Doni	70	166	9	336	125	17.1	10	2.39	3.3	6	2
Nangka	76	157	9	34	129	15.56	7.8	2.33	3.2	6	2
Bandarata	30	119	20	24	125	11.33	6.5	2.31	2.4	4	4
Banjara	32	124	20	23	129	0	7.5	2.24	2.3	4	3
Remaja	32	120	15	24	130	11	8.3	2.52	2.4	4	3
Sumorong	40	125	10	25	124	13	9.3	2.24	3	6	2

2. Karakter Kualitatif

Hasil pengamatan terhadap karakter kualitatif dapat dilihat pada Tabel 2.3 . Adapun yang menjadi parameter pada karakter kualitatif yaitu bentuk lida daun, warna lida daun, warna telinga daun, warna helaian daun, warna pelepah daun, permukaan daun, sudut daun bendera, warna ruas batang, ketegaran batang, tipe malai, warna ujung gabah, warna lemma dan palea, warna beras, dan bentuk beras. Padi yang bentuk lidah daun acute acuminate yaitu 12 aksesori padi local (100 %). Warnah lidah daun warnah putih keunguan 3 aksesori (25%) dan warna putih 9 aksesori (75%). Warna helaian daun terdapat warna bergaris keunguan ada 3 aksesori (25%), 9 aksesori warna putih. Warna helaian daun 5 aksesori (41,6 %) yang warna hijau tua dan warna hijau 7 aksesori (58%). Warna pelepah daun warna hijau tua 5 aksesori (41.6%) dan warna hijau 7 aksesori (58%). Terdapat 9 aksesori (75%) permukaan daun yang mempunyai rambut sedangkan 3 aksesori (25%) yang tidak berambut. Warna ruas batang yang bergaris ungu 1 aksesori (8,3%) yaitu, tarone dan 11 aksesori (91,66%) yang berwarna kuning emas. Ketegaran batang padi yang kuat tapi tidak melengkung ada 4 aksesori (33,4%) dan ketegaran batang yang sedang (sebagian melengkung) ada 6 aksesori (50%) dan agak kuat (sebagian besar agak lengkung ada 2 aksesori (16%). Tipe malai padi local semuanya kompak (100%). Warna ujung gabah berwarna kuning jerami ada 6 aksesori (50%) dan warna putih 3 aksesori (25%) sedangkan 3 aksesori (25%) warna coklat. Warna lemma dan palea padi warna kuning jerami ada 8 aksesori (66%), 2 aksesori (16%) warna kuning emas dan warna coklat ada 2 aksesori. Bentuk beras berbentuk sedang ada 8 aksesori (66%), bentuk lonjong 1 aksesori (8.3%) dan bentuk ramping ada 2 aksesori (20%). Warna beras warna putih ada 8 aksesori (66%), warna merah kecoklatan ada 3 aksesori (25%) dan warna putih kecoklatan ada 1 aksesori (8.3%).

Tabel 2.4. Analisis karakter kualitatif tanaman padi local Luwu Utara

Nama	bentuk lidah daun	warna lidah daun	warna telinga daun	warna helaian daun	warna pelepadaun	permukaan daun	sudut daun bendera	warna ruas batang	ketegaran batang	tipe malai	warna ujung gabah	warna lemman dan palea	bentuk beras	warna beras
Tarone	acute acuminate	putih keunguan	bergaris ungu	hijau tua	hijau tua	sedang berambut	tegak <45	bergaris ungu	kuat tidak lengkung	kompak	kuning jerami	kuning jerami	sedang 2,1-3	putih
Tarone Hoyane	acute acuminate	Putih	putih	hijau	hijau	sedang berambut	tegak <45	kuning emas	kuat tidak lengkung	kompak	kuning jerami	kuning jerami	sedang 2,1-3	putih
Jeri	acute acuminate	Putih	putih	hijau	hijau	sedang berambut	sedang 45-90	kuning emas	sedang (sebagaian lengkung)	kompak	Putih	kuning emas	lonjong 1,1-2	putih
Buri buri	acute acuminate	Putih	putih	hijau	hijau	sedang berambut	sedang 45-90	kuning emas	sedang (sebagaian lengkung)	kompak	Putih	kuning emas	sedang 2,1-3	putih
Mandi	acute acuminate	Putih	putih	hijau	hijau	tidak berambut	sedang 45-90	kuning emas	sedang (sebagaian lengkung)	kompak	Putih	kuning jerami	sedang 2,1-3	putih kecoklatan
Mandi Merah	acute acuminate	Putih	putih	hijau	hijau	tidak berambut	sedang 45-90	kuning emas	sedang (sebagaian lengkung)	kompak	Coklat	kuning jerami	sedang 2,1-3	merah kecoklatan
Doni	acute acuminate	putih keunguan	bergaris ungu	hijau tua	hijau tua	sedang berambut	tegak <45	kuning emas	agak kuat sebagian besaragak lengkung	kompak	Coklat	coklat	ramping >3,0	merah kecoklatan
Nangka	acute acuminate	putih keunguan	bergaris ungu	hijau tua	hijau tua	sedang berambut	tegak <45	kuning emas	agak kuat sebagian besaragak lengkung	kompak	Coklat	coklat	ramping >3,0	merah kecoklatan
Bandaranta	acute acuminate	Putih	putih	hijau	hijau tua	tidak berambut	sedang 45-90	kuning emas	sedang (sebagaian lengkung)	kompak	kuning jerami	kuning jerami	sedang 2,1-3	putih
Banjara	acute acuminate	Putih	putih	hijau	hijau	sedang berambut	sedang 45-90	kuning emas	sedang (sebagaian lengkung)	kompak	kuning jerami	kuning jerami	sedang 2,1-3	putih
Remaja	acute acuminate	Putih	putih	hijau tua	hijau	sedang berambut	sedang 45-90	kuning emas	kuat tidak lengkung	kompak	kuning jerami	kuning jerami	sedang 2,1-3	putih
Sumorong	acute acuminate	Putih	putih	hijau tua	hijau tua	sedang berambut	tegak <45	kuning emas	kuat tidak lengkung	kompak	kuning jerami	kuning jerami	ramping >3,0	putih

3. Analisis kemiripan Penanda Morfologi

Hasil analisis kofisien kemiripan morfologi 12 akses padi local menunjukkan rentang dari 0.31 sampai 0.98 (Tabel 2.4). Nilai kofisien kemiripan morfologi yang terendah (0.03) dimiliki oleh akses padi local mandi dengan doni dan akses padi local nangka, jeri dengan doni. Nilai koefisien kemiripan morfologi yang tertinggi (0,98) ditemukan pada akses padi local doni dan nangka. Secara visual kedua akses padi local tidak terlalu menonjol perbedaannya, tetapi hasil scoring secara kualitatif terdapat karakter-karakter yang berbeda. Analisis ini menjadi dasar dari penentuan Eigenvalue pada hasil analisis pembentukan dendrogram pada analisis clustering.

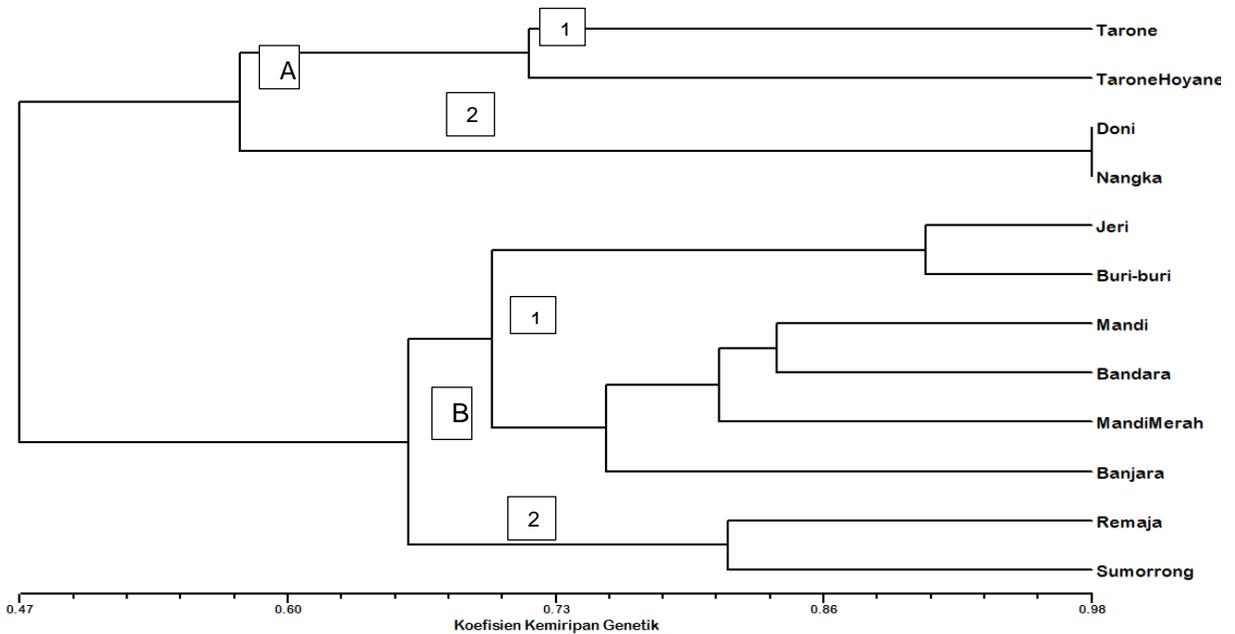
Tabel 2.5. Analisis kemiripan keanekaragaman padi local Luwu Utara

	Tarone	TaroneHoyane	Jeri	Buri-buri	Mandi	MandiMerah	Doni	Nangka	Bandara	Banjara	Remaja	Sumorong
Tarone	1,00											
TaroneHoyane	0,72	1,00										
Jeri	0,42	0,51	1,00									
Buri-buri	0,43	0,57	0,91	1,00								
Mandi	0,46	0,57	0,76	0,70	1,00							
MandiMerah	0,42	0,53	0,65	0,70	0,83	1,00						
Doni	0,61	0,54	0,31	0,37	0,31	0,42	1,00					
Nangka	0,61	0,56	0,32	0,39	0,31	0,42	0,98	1,00				
Bandara	0,57	0,65	0,66	0,69	0,83	0,79	0,36	0,36	1,00			
Banjara	0,49	0,58	0,74	0,68	0,79	0,68	0,35	0,35	0,80	1,00		
Remaja	0,61	0,64	0,62	0,69	0,73	0,72	0,46	0,45	0,79	0,76	1,00	
Sumorong	0,67	0,69	0,53	0,62	0,59	0,59	0,59	0,61	0,68	0,60	0,81	1,00

4. Analisi clustering

Berdasarkan analisis clusterin terhadap seluruh data morfologi 12 akses padi lokal menghasilkan dendrogram (gambar 2.1) dengan koefisien kemiripan 0.47. Klaster pertama (A) terdiri atas 4 akses yaitu, padi tarone, tarone hoyane, doni dan nangka yang seluruhnya merupakan jenis padi dari kecamatan Seko dan umur panen 6 bulan, sedangkan klaster kedua (B) terdiri atas 8 akses yaitu, jeri, buri buri, mandi, bandarata, mandi merah, banjara,remaja dan sumorong yang seluruhnya merupakan gabungan dari jenis padi yang dibudidayakan di kecamatan Seko dan Rongkong. Klaster pertama (A) pada sub klaster 1 yaitu, padi tarone dan tarone hoyane merupakan jenis padi sawah yang tingkat kekerabatan sangat dekat, pada klaster 2 yaitu, padi doni dan nangka, padi tersebut merupakan padi merah. Klaster kedua (B) pada sub klaster 1 yaitu, padi jeri dan buri buri, mandi, bandarata, mandi merah, banjara dan sub klaster 2 yaitu, remaja dan sumorong. Akses yang memiliki kesamaan terbesar dimiliki oleh klaster 1 dan klaster 2 yang berasal dari kabupaten Seko. Sub klaster 2 pada klaster B terdiri dari akses padi berada dalam garis atau kelompok yang sama. Semakin banyak persamaan

ciri, maka semakin dekat hubungan kekerabatan atau sebaliknya. Aksesori yang mempunyai kesamaan morfologi terjadi karena petani membawa benih dari suatu tempat ke tempat lain atau kemungkinan disebabkan oleh kedekatan letak geografis. Selanjutnya Anas dan Yoshida, (2004) menyatakan bahwa genotip yang terletak pada garis yang sama cenderung mempunyai keragaman genetic yang rendah pada aksesori tersebut.



Gambar 2.1. Dendrogram Berdasarkan Penanda Morfologi Keanekaragaman padi local Luwu Utara dan teramplifikasi dengan baik. Elektroforegram hasil seleksi primer SSR padi local memperlihatkan pita yang polimorfik, terlihat jelas, dan terang.

2.4.2. Keragaman Molekuler Penanda SSR

Seleksi primer dilakukan untuk memilih primer-primer yang bersifat polimorfik

Berdasarkan hasil elektroforesis menunjukkan bahwa ketujuh primer tersebut mampu mengamplifikasi semua DNA tanaman (Tabel 2.5) dengan total 40 pita DNA. Jumlah pita tiap primer bervariasi antara 2 -12 pita dengan rata-rata primer mampu menghasilkan 7 pita DNA. Primer RM 8 menghasilkan pita paling sedikit 2 pita, sedangkan pita terbanyak dihasilkan oleh primer RM324 yaitu, 12 pita. Ukuran pita yang diamplifikasi berkisar antara 107-330 pb. Jumlah pita yang dihasilkan oleh setiap primer tergantung pada sebaran situs yang homolog dengan sekuen primer pada genom. Perbedaan jumlah dan ukuran pita menentukan tingkat keragaman genetic aksesori padi lokal.

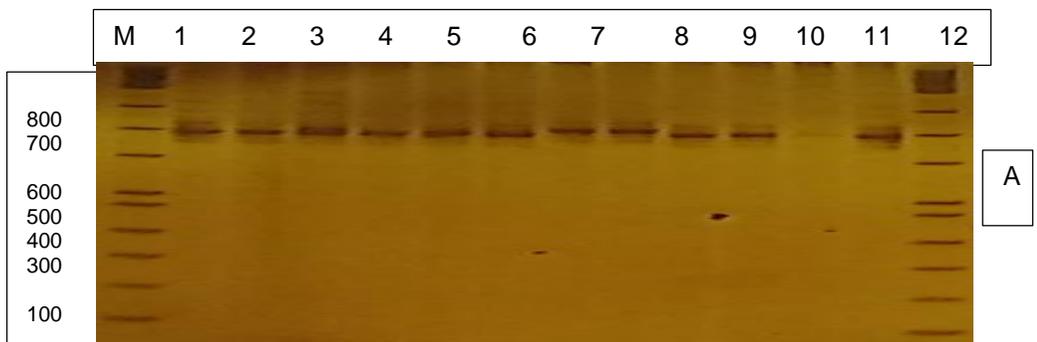
Tabel 2.6. Data primer dan jumlah profil DNA hasil analisis SSR

No.	Primer	Urutan basa		Ukuran pita (bp)	Jumlah pita polimetrik
		Forward Primer (5' → 3')	Reverse Primer (5' → 3')		
1	RM8	CACGTGGCGTAAATACACGT	GGCCAAACCCTAACCCTG	242 - 249	2
2	RM216	GCATGGCCGATGGTAAAG	TGTATAAAACCACACGGCCA	128 - 189	3
3	RM223	GAGTGAGCTTGGGCTGAAC	GAAGGCAAGTCTTGGCACTG	112 - 290	5
4	RM314	CTAGCAGGAACCTCTTTCAGG	AACATTCCACACACACACG	107 - 133	5
5	RM324	CTGATTCCACACACTTGTGC	GATTCCACGTCAGGATCTTC	118 - 259	12
6	RM334	GTTTCAGTGTTTCAGTGCCACC	GACTTTGATCTTTGGTGGACG	144 - 330	8
7	RM341	CAAGAAACCTCAATCCGAGC	CTCCTCCCGATCCCAATC	135 - 285	5
Total					40

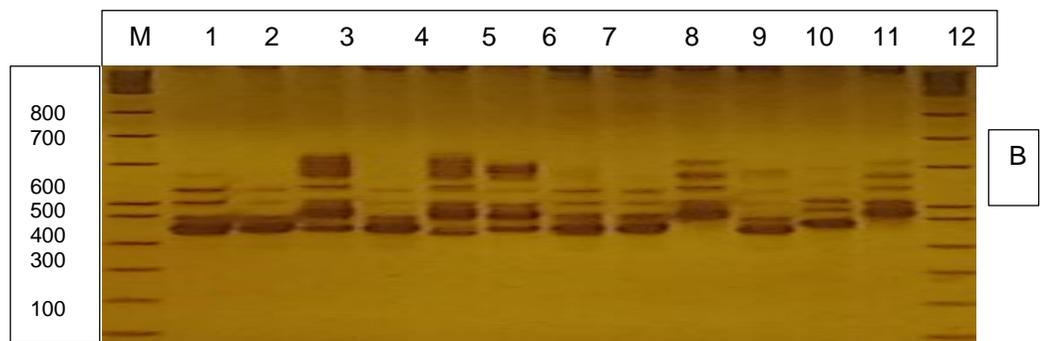
Sumber: Balitsereal Maros Primer polimetrik dibutuhkan dalam menganalisis keragaman genetic suatu populasi tanaman dengan cara memperlihatkan keragaman pola pita yang dihasilkan.

Hasil foto primer yang dihasilkan pita polimetrik dapat dilihat pada gambar 2.2.

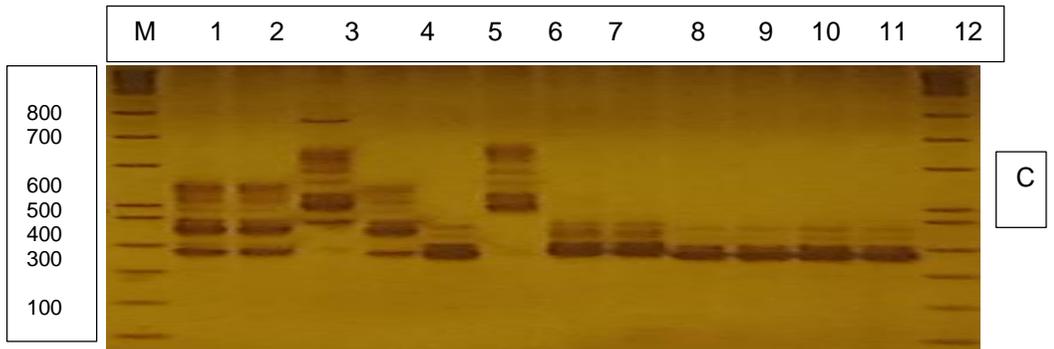
RM8



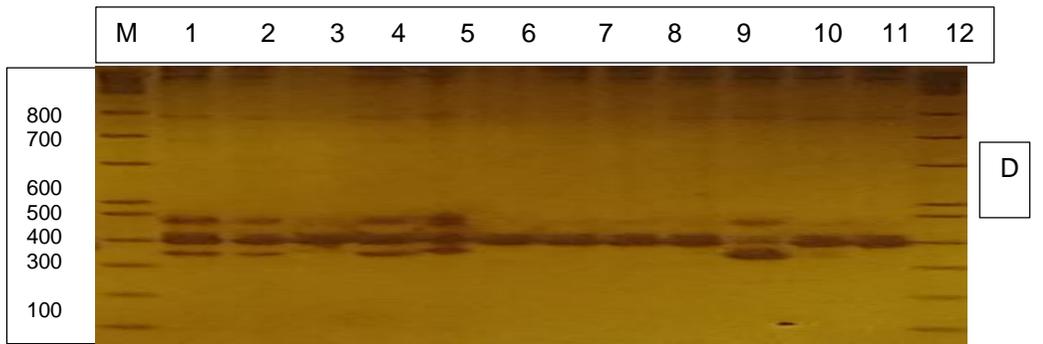
RM216



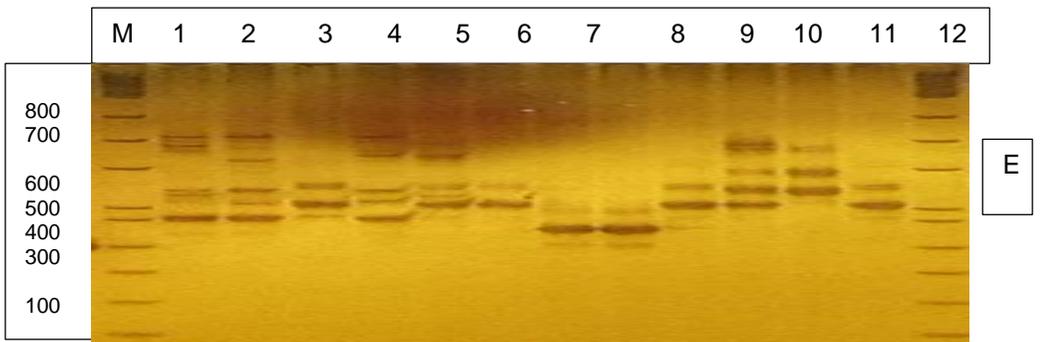
RM223



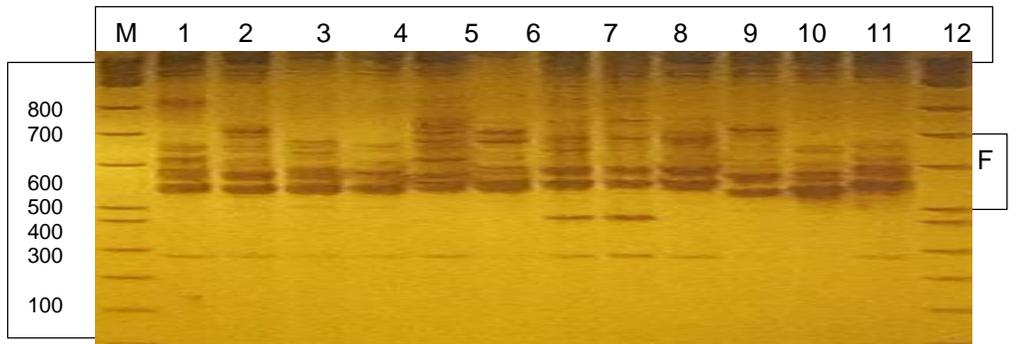
RM314



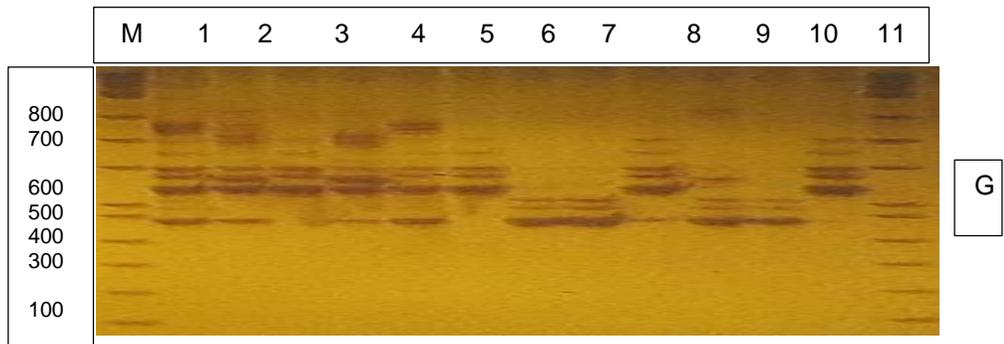
RM324



RM334



RM341



Gambar 2.2. Hasil analisis SSR dari 12 aksesori plasma nutfa padi lokal

Gambar 2.2 Hasil analisis SSR dari 12 aksesori plasma nutfa padi lokal
 Keterangan: Primer RM8 (A), RM216 (B), RM223 (C), RM314 (D), RM324 (E), RM334 (F), RM341 (G). Aksesori padi lokal 1. Tarone, 2. Tarone Hoyane, 3. Jeri, 4. Buri-buri, 5. Mandi, 6. Mandi Merah, 7. Doni, 8. Nangka, 9. Bandarata, 10. Banjara, 11. Remaja, 12. Sumorong.

1. Analisis keragaman genetic

Hasil analisis profil penanda SSR menunjukkan semua penanda SSR bersifat polimorfik dengan total 36 alel dengan rata-rata 5.14 alel teridentifikasi dengan 7 marka SSR (Tabel 2.6). Marka SSR yang digunakan masing-masing mewakili 1 kromosom pada padi, yaitu 1 marka berada pada kromosom 1.01 dan 3 marka pada kromosom 1.02, 1 marka pada kromosom 1.04, marka pada kromosom 1.05, dan 1 marka pada kromosom 1.07.

Tabel 2.7. Profil data keragaman 12 aksesori padi lokal Luwu Utara menggunakan 7 marka SSR

No.	Marka	Kromosom	Jumlah Alel	Frekuensi Alel Mayor	PIC	Ukuran alel
1	RM8	1.01	2	0.83	0.28	242-249
2	RM216	1.02	4	0.50	0.58	128.15-189.11
3	RM223	1.02	6	0.62	0.51	112-290.33
4	RM314	1.02	3	0.58	0.44	107.71-133.71
5	RM324	1.04	12	0.25	0.90	118-259.33
6	RM334	1.05	5	0.37	0.73	144.12-330.33
7	RM341	1.07	4	0.45	0.60	135.28-285.16
Total			36	3.6	4.04	107.71-330.33
Rata-rata			5.14	0.51	0.58	

Nilai frekuensi alel mayor berkisar antara 0.25 – 0.83 dengan total 3,6 dan rata-rata (112 bp) dan yang tertinggi berada pada marka RM334 (330.33 bp). Hasil analisis polimorfisme marka SSR pada Tabel 2.6 menunjukkan bahwa terdapat variasi ukuran

alel pada tiap marka SSR yang digunakan. Hal ini dapat terlihat pada salah satu contoh hasil visualisasi pita DNA dengan menggunakan marka *RM216* pada Gambar 2.2.

Nilai PIC dari hasil penelitian yang dilakukan berkisar dari 0.28-0.90 dengan rata-rata 0.58. Nilai PIC didefinisikan sebagai suatu nilai yang mencerminkan tingkat polimorfisme suatu marka yang digunakan. Kriteria nilai PIC menurut Botstein *et al.* (1980) yaitu sangat informatif ($PIC > 0,5$), sedang ($0,5 > PIC > 0,25$) dan kurang informative ($PIC < 0,25$). Hildebrand *et al.* (1992), memberi batasan kriteria yang berbeda yaitu sangat informatif untuk $PIC > 0,7$ dan sedang pada kisaran $PIC 0,44-0,7$. Nilai PIC pada penelitian ini berkisar antara 0,28 sampai 0,90 dengan rata-rata 0,58. Nilai PIC tergolong kategori sedang ada 2 marka yaitu *RM8*, *RM314* dan tergolong sangat informatif ada 5 marka yaitu *RM2161*, *RM223*, *RM324*, *RM334*, dan *RM341*. Keseluruhan marka SSR tersebut dikategorikan sebagai marka sangat informatif yang bermanfaat untuk karakterisasi genotipe-genotipe padi kedepannya.

2. Analisis kemiripan

Analisis kemiripan terhadap 40 profil DNA menghasilkan koefisien kemiripan genetic berdasarkan penanda SSR dengan rentang nilai berkisar 0.53 sampai 0.94 (Tabel 2.7). Nilai koefisien kemiripan genetic yang diperoleh, mulai dari 0.53 (tarone vs mandi merah, jeri vs doni, nangka dan mandi merah vs doni, nangka) sampai 0.94 (buri buri vs tarone hoyane). Nilai koefisien kemiripan genetic tertinggi adalah aksesori padi lokal buri buri - tarone hoyane yaitu, 0.94 dan nilai koefisien kemiripan genetic yang rendah adalah aksesori padi local tarone – mandi merah dan nangka, doni - jeri dan mandi merah - remaja yaitu 0.53. Semua pasangan tanaman jenis padi local dengan nilai kemiripan genetic dengan nilai tinggi umumnya merupakan tanaman padi local dengan kategori sama, sedangkan pasangan tanaman padi local yang memiliki kemiripan genetic rendah merupakan tanaman padi local kategori berbeda. Rohaeni *et al.* (2016) mengemukakan bahwa, informasi kekerabatan dan jarak genetik ini penting dalam penentuan tetua persilangan berkerabat jauh karena padi lokal yang berasal dari daerah yang sama dapat berkerabat jauh ataupun dekat.

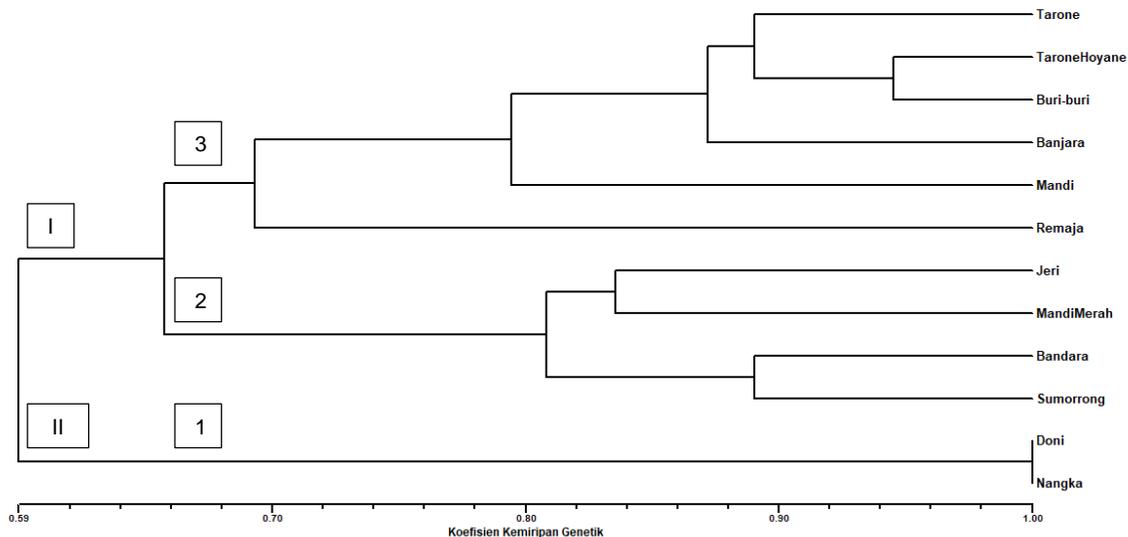
Tabel 2.8. Matris kemiripan genetik

	Tarone	Tarone Hoyane	Jeri	Buri-buri	Mandi	Mandi Merah	Doni	Nangka	Bandara	Banjara	Remaja	Sumorong
Tarone	1,0 0											
Tarone Hoyane	0,8 9	1,0 0										
Jeri	0,6 4	0,6 4	1,0 0									
Buri-buri	0,8 9	0,9 4	0,6 9	1,0 0								
Mandi	0,7 8	0,7 8	0,6 9	0,7 8	1,0 0							
Mandi Merah	0,5 3	0,5 8	0,8 3	0,5 8	0,7 5	1,0 0						

Doni	0,6 1	0,5 6	0,5 3	0,6 1	0,6 1	0,5 3	1,0 0					
Nangka	0,6 1	0,5 6	0,5 3	0,6 1	0,6 1	0,5 3	1,0 0	1,0 0				
Bandara	0,6 1	0,6 7	0,7 5	0,6 7	0,7 8	0,8 1	0,6 1	0,6 1	1,0 0			
Banjara	0,8 3	0,8 9	0,6 9	0,8 9	0,8 3	0,6 4	0,6 7	0,6 7	0,6 7	0,7 2	1,0 0	
Remaja	0,6 7	0,6 7	0,6 4	0,7 2	0,6 1	0,5 3	0,6 1	0,6 1	0,6 7	0,6 8	0,7 0	1,0 0
Sumorrong	0,6 1	0,6 1	0,8 6	0,6 7	0,7 2	0,8 1	0,6 1	0,6 1	0,8 9	0,6 7	0,6 7	1,0 0

3. Analisis clustering

Berdasarkan hasil analisis cluster terhadap seluruh profil SSR menghasilkan dendrogram (Gambar 2.3), dengan koefisien kemiripan genetic 0.07 atau 70% terbentuk tiga kluster aksesi padi local Luwu Utara. Kluster 1 terdiri atas 2 aksesi padi lokal yaitu doni, nangka. Kluster 2 terdiri atas 4 aksesi padi lokal, yaitu jeri, mandi merah dan bandarata, sumorrong. Kluster 3 terdiri dari 5 aksesi padi lokal yaitu tarone, tarone hoyane, buri buri, banjara, dan mandi. Aksesi padi lokal Luwu Utara baru membentuk satu kelompok pada kemiripan 0,59 atau 59%. Kluster I terdiri dari dua sub kluster 2 dan 3 menunjukkan bahwa keanekaragaman genetik antar individu di dalam aksesi padi lokal Luwu Utara sudah sangat rendah. Kluster II berdasarkan dendrogram dapat dilihat bahwa pada aksesi padi lokal Luwu Utara masih terdapat individu-individu yang memiliki jarak genetik cukup jauh sehingga seleksi untuk karakter-karakter tertentu untuk perbaikan sifat masih sangat memungkinkan.



Gambar 2.3. Dendrogram berdasarkan analisis clustering berdasarkan penanda SSR

2.5. Kesimpulan

1. Hubungan kekerabatan dari 12 aksesori padi lokal yang dibudidayakan di Luwu Utara berdasarkan morfologi menunjukkan hubungan kekerabatan dengan nilai koefisien kemiripan 0.47 atau 47 %. Terbentuk dua kelompok yang terdiri dari klaster pertama (A) terdiri atas 4 aksesori yaitu, padi tarone, tarone hoyane, doni dan angka yang seluruhnya merupakan jenis padi dari kecamatan Seko dengan umur panen 6 bulan, sedangkan klaster kedua (B) terdiri atas 8 aksesori yaitu, jeri, buri buri, mandi, bandarata, mandi merah, banjara, remaja dan sumorong yang seluruhnya merupakan gabungan dari jenis padi yang dibudidayakan di kecamatan Seko dan Rongkong.
2. Analisis keragaman genetik 12 aksesori padi lokal Luwu Utara berdasarkan molekuler dengan menggunakan marka SSR menunjukkan Aksesori padi lokal Luwu Utara baru membentuk satu kelompok pada kemiripan 0,59 atau 59%. Klaster I terdiri dari dua sub klaster 2 dan 3 menunjukkan bahwa keanekaragaman genetik antar individu di dalam aksesori padi lokal Luwu Utara sudah sangat rendah. Klaster II menunjukkan bahwa pada aksesori padi lokal Luwu Utara masih terdapat individu-individu yang memiliki jarak genetik cukup jauh sehingga seleksi untuk karakter-karakter tertentu untuk perbaikan sifat masih sangat memungkinkan.

