

ANALISIS KARAKTERISTIK VEGETATIF DARI EMPAT VARIETAS PADI DALAM PERLAKUAN CEKAMAN KEKERINGAN

[*Vegetative Characteristics Analysis of Four Rice Varieties Under Drought Stress*]

Hardini Puspitaningrum¹, dan Andi Salamah^{1*}✉

¹Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia. Pondok Cina, Beji, Depok, Indonesia, 16424

*Email: salamah@sci.ui.ac.id

ABSTRACT

Rice plants that are resistant to drought stress and can be grown on dry land, are needed to increase national food security. A method which has been widely used to determine drought tolerance levels of plants is the morphological analysis. The vegetative characteristics analysis of rice varieties thought to be drought-tolerant, such as West Sumba rice varieties (Pare Lambem and Pare Bakato Kaka), INPARI 32 and INPARI 42, is known to have never been done before. This study aims to identify rice varieties that show the highest stress tolerance based on vegetative performance data through drought stress treatments. The research started with germinating seeds in two treatments (control and PEG 6000 20%) for seven days. The germinated seeds were then transferred to the planting medium and watered every three days for samples treated with PEG 6000 20% after 14 DAP (drought treatment). The vegetative performance data was then processed statistically by calculation of the Fernandez index (1993) or the t-test ($\alpha < 0.05$). The results showed that the percentage of germination, radicle weight, and the average number of leaves (35 DAP) in each variety grouped into the tolerant category. For the leaf curvature scores, the Pare Lambem variety is classified into the sensitive category (score 5), while the other three varieties were classified as Tolerant-category (score 1). Plant height and leaf length values at 7 DAP and 35 DAP showed the same pattern as the leaf curvature score that Pare Lambem showed a significant difference between the control and drought treatments based on the t-test (sensitive category). In contrast, other varieties showed a tolerant category. Based on the assessment of several test characteristics, Pare Lambem was classified into the slightly tolerant category (42.8%), while other varieties were classified into the tolerant category (85.7%).

Keywords: Drought tolerance, dry land, *Oryza sativa* L., polyethylene glycol, vegetative analysis

ABSTRAK

Tanaman padi yang tahan terhadap cekaman kekeringan dan dapat ditanam di lahan kering sangat dibutuhkan untuk meningkatkan ketahanan pangan nasional. Metode yang telah banyak digunakan untuk mengetahui tingkat toleransi tanaman terhadap kekeringan adalah analisis morfologi. Analisis karakter vegetatif varietas padi yang diduga toleran terhadap kekeringan, seperti varietas padi Sumba Barat (Pare Lambem dan Pare Bakato Kaka), INPARI 32, dan INPARI 42, diketahui belum pernah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi varietas padi yang menunjukkan toleransi cekaman tertinggi berdasarkan data keragaan vegetatif melalui perlakuan cekaman kekeringan. Penelitian diawali dengan perkecambahan benih pada dua perlakuan (kontrol dan PEG 6000 20%) selama tujuh hari. Benih yang telah berkecambah kemudian dipindahkan ke media tanam dan disiram setiap tiga hari sekali untuk sampel yang diberi perlakuan PEG 6000 20% setelah 14 HST. Data karakter vegetatif kemudian diolah secara statistik melalui perhitungan indeks Fernandez (1993) atau uji t ($\alpha < 0,05$). Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase perkecambahan, bobot radikula, dan rata-rata jumlah daun (35 HST) pada masing-masing varietas termasuk dalam kategori toleran. Untuk skor kelengkungan daun, varietas Pare Lambem tergolong ke dalam kategori peka (skor 5), sedangkan ketiga varietas lainnya tergolong ke dalam kategori toleran (skor 1). Nilai tinggi tanaman dan panjang daun pada 7 HST dan 35 HST menunjukkan pola yang sama dengan skor kelengkungan daun, yaitu varietas Pare Lambem menunjukkan perbedaan yang nyata antara kontrol dan perlakuan kekeringan berdasarkan uji t (kategori peka). Sebaliknya, varietas lainnya menunjukkan kategori toleran. Berdasarkan penilaian beberapa karakter uji, Pare Lambem tergolong ke dalam kategori agak toleran (42,8%), sedangkan varietas lainnya tergolong ke dalam kategori toleran (85,7%).

Kata Kunci: Toleransi kekeringan, lahan kering, *Oryza sativa* L., polyethylene glycol, analisis vegetatif

PENDAHULUAN

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan salah satu jenis tanaman pangan pokok yang digalakkan dalam program ketahanan pangan nasional, sehingga perlu ditingkatkan produktivitasnya melalui berbagai mekanisme, salah satunya pemanfaatan berbagai lahan yang tersedia untuk budidaya seperti lahan kering. Indonesia yang beriklim tropis dikenal memiliki lahan kering yang cukup banyak dibandingkan dengan negara lain. Stewart (2016) menyatakan bahwa kendala utama yang sering ditemui di lahan kering adalah rendahnya tingkat produktivitas disebabkan minimnya daya dukung pertumbuhan tanaman, sehingga budidaya tanaman di daerah ini tergolong

jarang dilakukan. Daerah Sumba Barat (NTT) merupakan salah satu daerah di Indonesia yang beriklim tropis kering dan didominasi oleh area lahan kering (94,37%). Curah hujan tahunan di daerah ini tergolong rendah, berkisar antara 800–1600 mm per tahun (Mulyani *et al.*, 2014). Beberapa varietas padi lokal yang terkenal di Sumba Barat antara lain Pare Lambem dan Pare Bakato Kaka. Varietas ini diduga toleran terhadap kekeringan dikarenakan dapat tumbuh di iklim kering Sumba Barat (BB BIOGEN, 2008). Varietas padi dengan sifat unggul toleran kekeringan perlu dibudidayakan pada kondisi lahan kering untuk dapat meningkatkan produktivitas dari tanaman

*Kontributor Utama

*Diterima: 12 September 2022 - Diperbaiki: 24 Februari 2023 - Disetujui: 15 Maret 2023

pangan. Varietas lain seperti INPARI 32 dan INPARI 42 yang dikembangkan oleh BB PADI (Balai Besar Penelitian Tanaman Padi) juga dianggap sebagai varietas unggul yang diklaim tahan terhadap kekeringan dan penyakit blas (Wahab *et al.*, 2017).

Tanaman toleran kekeringan dapat merespon kekeringan melalui respon morfologis, fisiologis, dan molekuler (Lestari, 2006). Penelitian yang dilakukan sebelumnya menunjukkan bahwa peningkatan tingkat kekeringan menyebabkan penurunan pertumbuhan tanaman, yang ditunjukkan dengan perubahan tinggi tanaman, jumlah daun dan biomassa (Riaz *et al.*, 2013; Usman *et al.*, 2013; Singh *et al.*, 2017; Swapna dan Shylaraj, 2017). *Polyethylene glycol* (PEG) merupakan senyawa kimia non toksik yang sering digunakan dalam perlakuan cekaman kekeringan sebagai bahan penyeleksi untuk memperoleh varietas yang tahan kekeringan (Emmerich dan Haregree, 1991; Maisura dan Junaedi, 2018). Senyawa PEG dapat mengikat air untuk menghambat proses imbibisi dan pertumbuhan pada kecambah serta menurunkan potensial osmotik media tumbuh (Andari *et al.*, 2019). Penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya menunjukkan bahwa tanaman yang dapat tumbuh baik pada media yang mengandung PEG 6000 20% berkorelasi positif dengan toleransi kekeringan di lapangan (Redona dan Mackill, 1996). Berdasarkan pernyataan tersebut, perlu dilakukan penelitian terhadap varietas padi lokal Sumba Barat, INPARI 32 dan INPARI 42 yang diduga tahan kekeringan melalui pengamatan karakteristik vegetatif, seperti persentase perkecambahan, panjang total kecambah, bobot radikula, tinggi tanaman, jumlah dan panjang daun, serta kelengkungan daun pada perlakuan cekaman kekeringan menggunakan PEG yang dikombinasikan dengan modifikasi penyiraman. Modifikasi sistem penyiraman atau irigasi untuk menentukan interaksi/hubungan antar tanaman yang berbeda terhadap perlakuan cekaman air diketahui juga pernah dilakukan sebelumnya (Asghari *et al.*, 2009). Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi varietas padi yang menunjukkan toleransi kekeringan tertinggi berdasarkan analisis data morfologis pada fase vegetatif.

BAHAN DAN CARA KERJA

Perkecambahan Padi

Perkecambahan dilakukan di Rumah Kaca Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia. Benih padi varietas Pare Lambem, Pare Bakato Kaka, INPARI 32 dan INPARI 42, untuk setiap perlakuan dikecambahkan pada dua perlakuan yaitu PEG 6000 0% (kontrol) dan PEG 6000 20% (-0,67

MPa) selama tujuh hari (Redona dan Mackill, 1996; Ilyani *et al.*, 2017). Untuk mengetahui tingkat toleransi benih padi terhadap stres kekeringan, karakter morfologis benih padi pada setiap varietas yang meliputi daya berkecambah terhadap total benih yang dikecambahkan (masing-masing $n=150$), panjang total kecambah (radikula dan koleoptil dalam satuan cm), bobot radikula segar (mg), dianalisis setelah tujuh hari perkecambahan.

Pertumbuhan Vegetatif Padi

Benih padi yang telah dikecambahkan selama tujuh hari dalam dua perlakuan PEG 6000 (0 dan 20%) kemudian dipindahkan ke dalam media tanam (tanah Lembang) yang terdapat dalam tabung plastik (diameter 7 cm² x tinggi 22 cm). Perlakuan pada masing-masing varietas terdiri dari 4 tabung dengan masing-masing tabung plastik berisi 2 tanaman (8 ulangan). Penyiraman diberikan setiap 3 hari sekali pada sampel perlakuan kekeringan (PEG 6000 20%) dan dilakukan 14 hari setelah tanam, sedangkan pada tanaman kontrol penyiraman dilakukan setiap hari. Pemberian PEG 6000 hanya dilakukan satu kali yaitu saat perkecambahan. Kadar air/kelembapan tanah pada tiap perlakuan diukur menggunakan *soil digital hygrometer* (Herwey, TA290) untuk mempertahankan kondisi kelembapan yang seragam pada masing-masing perlakuan, yaitu 70–80% untuk 0% PEG 6000 dan 30% untuk perlakuan 20% PEG 6000. Pemeliharaan tanaman dilakukan hingga 35 hari sebelum dilakukan analisis keragaan akhir (suhu di dalam rumah kaca berkisar 29°C dan intensitas cahaya berkisar 20000 lux).

Analisis Data

Parameter pertumbuhan vegetatif tanaman meliputi pengukuran persentase perkecambahan (biji tumbuh/total biji yang disemai), panjang total kecambah yang diukur dari ujung radikula hingga ujung koleoptil (cm), bobot radikula dengan menimbang berat segar (mg), tinggi tanaman diukur dari pangkal tanaman hingga ujung daun terpanjang (cm), panjang setiap daun pada tanaman (cm), jumlah daun dan skor kelengkungan daun mengacuh pada IRRI (2002). Data dari parameter pertumbuhan yang diamati tersebut kemudian diolah secara statistik menggunakan *independent t-test* ($\alpha < 0,05$, jika data berdistribusi normal) atau indeks toleransi kekeringan berdasarkan Fernandez (1993) (jika data tidak berdistribusi normal) untuk mengetahui ketahanan/toleransi varietas padi uji terhadap perlakuan cekaman kekeringan. Penentuan varietas tanaman toleran disimpulkan jika hasil uji t tidak menunjukkan perbedaan signifikan (non signifikan) antara perlakuan kekeringan dan kontrol, atau jika data berbeda signifikan dan nilai pada perlakuan kekeringan

menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Rumus untuk menentukan ketahanan ataupun toleransi tanaman yang dievaluasi pada kondisi kekeringan dilakukan menggunakan indeks toleransi STI (*Stress Tolerance Index*) berdasarkan Fernandez, 1993 dan Iriany *et al.*, 2007.

$$STI = (Y_d)^2 / (Y_n)(HY_d)$$

Keterangan:

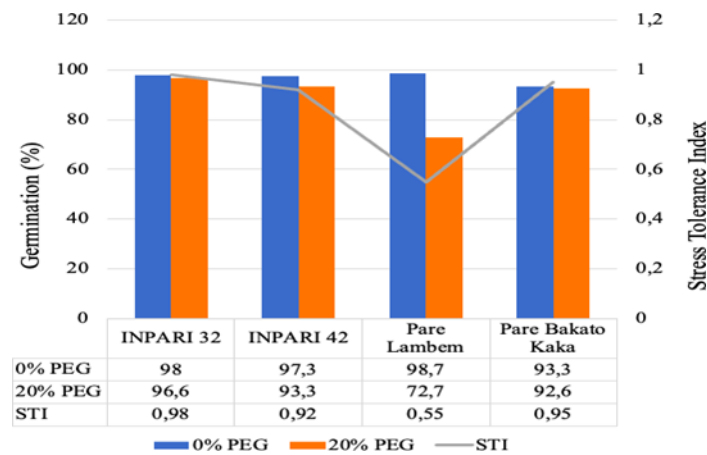
Y_d = data yang diperoleh pada kondisi kekeringan

Y_n = data yang diperoleh pada kondisi normal/ tidak tercekam

HY_d = Hasil data tertinggi yang diperoleh pada kondisi kekeringan

HASIL

Data persentase perkecambahan dan indeks toleransi (STI) dari masing-masing varietas untuk perlakuan kontrol (PEG 6000 0%) dan perlakuan kekeringan (PEG 6000 20%) ditunjukkan pada Gambar 1. Nilai STI diperoleh dari rumus indeks toleransi oleh Fernandez (1993) seperti yang dipaparkan pada analisis data. Data persentase perkecambahan menunjukkan bahwa perlakuan PEG 6000 20% memiliki nilai yang lebih rendah. Nilai indeks toleransi menunjukkan bahwa setiap varietas uji termasuk dalam kriteria tanaman Toleran (STI > 0,5).



Gambar 1. Hubungan dari persentase perkecambahan varietas uji terhadap perlakuan PEG (dilengkapi Data STI (*Stress Tolerance Index*)) (*The relationship of germination percentage of rice varieties to PEG treatment with stress tolerance index (STI)*).

Data rata-rata panjang total kecambah memiliki pola hasil yang sama pada seluruh varietas. Setiap varietas menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kontrol dan perlakuan PEG 6000 20% berdasarkan uji t independen (< 0,05). Nilai rata-rata perlakuan PEG 6000 20% diketahui lebih rendah dibandingkan dengan kontrol yang menunjukkan bahwa seluruh varietas tersebut termasuk dalam kategori Peka. Karakteristik vegetatif lain yang berhubungan dengan toleransi kekeringan dapat dilihat melalui morfologi akar dan

karakteristik bobot akar. Data bobot akar setelah tujuh hari perkecambahan menunjukkan pola hasil yang sama pada keempat varietas uji, dimana terdapat perbedaan nyata/signifikan pada perlakuan PEG 6000 0% dan 20%, dengan nilai rata-rata yang lebih tinggi pada perlakuan PEG 6000 20% berdasarkan hasil uji t ($\alpha < 0,05$) yang menunjukkan bahwa keempat varietas tersebut termasuk dalam kategori Toleran (Tabel 1).

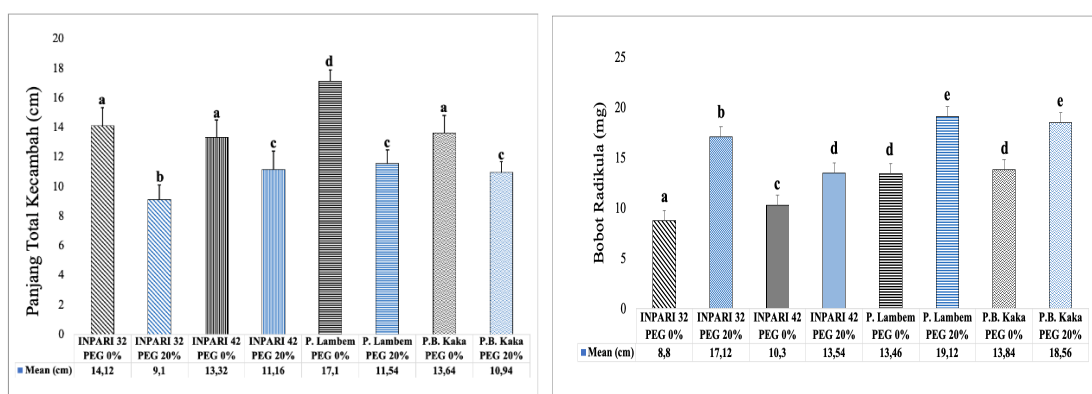
Tabel 1. Pengaruh perlakuan kekeringan terhadap panjang total kecambah dan bobot radikula varietas padi uji (*Effect of drought treatments on the total sprout length and radicle weight of the tested rice varieties*).

| Varietas Padi (Rice Varieties) | Panjang Total Kecambah (Mean ± SD) (Total Length of Sprout) | | Kategori Toleransi (Tolerance Category) |
|-----------------------------------|--|----------------------------|--|
| | Kontrol (Control) | PEG 6000 20% | |
| INPARI 32 | 14.12 ± 1.201 ^a | 9.10 ± 1.000 ^b | Peka (Sensitive) |
| INPARI 42 | 13.32 ± 1.180 ^a | 11.16 ± 1.247 ^c | Peka (Sensitive) |
| Pare Lambem | 17.10 ± 0.804 ^d | 11.54 ± 0.923 ^c | Peka (Sensitive) |
| Pare Bakato Kaka | 13.64 ± 1.177 ^a | 10.94 ± 0.741 ^c | Peka (Sensitive) |

| Varietas Padi (Rice Varieties) | Bobot Radikula (Mean ± SD) (Radicle Weight) | | Kategori Toleransi (Tolerance Category) |
|--------------------------------|--|----------------------------|--|
| | Kontrol (Control) | PEG 6000 20% | |
| INPARI 32 | 8.80 ± 0.736 ^a | 17.12 ± 0.869 ^b | Toleran (Tolerant) |
| INPARI 42 | 10.30 ± 0.878 ^c | 13.54 ± 0.828 ^d | Toleran (Tolerant) |
| Pare Lambem | 13.46 ± 1.009 ^d | 19.12 ± 0.869 ^e | Toleran (Tolerant) |
| Pare Bakato Kaka | 13.84 ± 0.851 ^d | 18.56 ± 0.870 ^e | Toleran (Tolerant) |

Keterangan:

Data tabel 1 merupakan rata-rata dari 25 ulangan. Huruf yang berbeda menyatakan data signifikan pada taraf signifikansi ($\alpha < 0,05$) (uji one-way Anova dikombinasikan dengan uji t untuk pengambilan kesimpulan) (Data in table 1 were obtained by calculating the total length of sprouts in 25 replicates. Different letters indicate significant data at the significance level $\alpha < 0,05$ (one-way Anova combined with t-test for making a conclusion)).



Gambar 2. Perbandingan rata-rata panjang total kecambah dan bobot radikula varietas uji terhadap perlakuan PEG (*Comparison of the average total sprout length and radicle weight of tested varieties toward the PEG treatments*).

Karakteristik vegetatif awal yang dapat digunakan untuk menentukan tingkat toleransi selain parameter morfologis pada saat perkecambahan adalah jumlah daun dan skor kelengkungan daun. Berdasarkan data pada Tabel 2, rata-rata jumlah daun dapat digunakan untuk

mendapatkan nilai indeks toleransi kekeringan (STI). Nilai indeks toleransi dari data jumlah daun yang diperoleh menunjukkan bahwa setiap varietas uji termasuk dalam kriteria tanaman Toleran (STI > 0,5).

Tabel 2. Pengaruh perlakuan kekeringan terhadap jumlah daun varietas padi uji (*The effect of drought treatments on the number of leaves of the tested rice varieties*)

| Varietas Padi (Rice Varieties) | Rata-Rata Jumlah Daun (35 HST) (The Average Number of Leaves at 35 DAP) | | |
|-----------------------------------|--|-------------------------|---------------------------------------|
| | Kontrol (Control) | Kekeringan (Drought) | Indeks Toleransi (Tolerance Index) |
| INPARI 32 | 3,25±0,46 ^a | 3,14±0,38 ^a | 0,96 (Tolerant) |
| INPARI 42 | 2,88±0,35 ^a | 2,75±0,46 ^a | 0,95 (Tolerant) |
| Pare Lambem | 3,50±0,53 ^a | 3,00±0,53 ^a | 0,86 (Tolerant) |
| Pare Bakato Kaka | 3,17±0,41 ^a | 2,86±0,38 ^a | 0,90 (Tolerant) |

Keterangan:

Indeks toleransi dihitung berdasarkan rumus Stress Tolerance Index (STI) oleh Fernandez (1993) dikombinasikan dengan Iriany *et al.* (2007). Nilai STI > 0,5 termasuk dalam kelompok Toleran, sedangkan STI < 0,5 termasuk dalam kelompok Peka. Data jumlah daun tidak berdistribusi normal sehingga dilakukan perhitungan non parametrik (*The tolerance index was calculated based on the stress tolerance index (STI) by Fernandez (1993) combined with Iriany et al (2017). STI > 0.5 is categorized into the tolerant group, while STI < 0.5 is included in the sensitive group. The number of leaf results was not normally distributed, so non-parametric calculations were carried out.*)

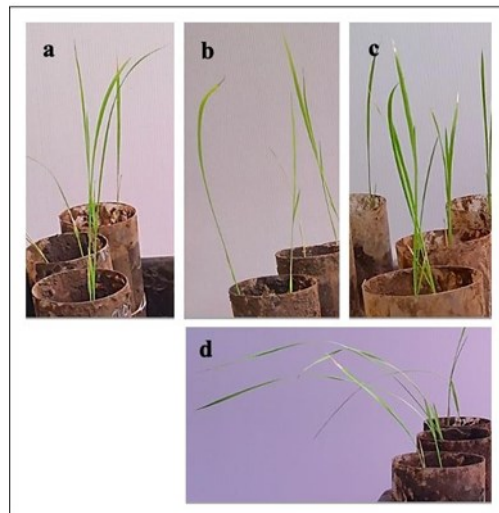
Tabel 3. Pengaruh perlakuan kekeringan terhadap skor kelengkungan daun varietas uji (*Effect of drought treatments on leaf curvature scores of tested varieties*).

| Varietas Padi (Rice Varieties) | Skor Kelengkungan Daun (Leaf Curvature Score) | Kriteria Kelengkungan Daun (Leaf Curvature Category) | |
|-----------------------------------|--|---|-------------------------------------|
| | | Skor Kelengkungan (Curvature Score) | Kategori (Category) |
| INPARI 32 | 1 | 0 Daun Sehat (Healthy Form) | Sangat Toleran (Very Tolerant) |
| INPARI 42 | 1 | 1 Daun Berbentuk V Dangkal (Shallow V-Shaped) | Toleran (Tolerant) |
| Pare Lambem | 5 | 3 Daun Berbentuk V Dalam (V-Shaped Form) | Agak Toleran (Slightly Tolerant) |
| Pare Bakato Kaka | 1 | 5 Daun Berbentuk U (U-Shaped Form) | Agak Peka (Slightly Sensitive) |
| | | 7 Daun Berbentuk O (O-Shaped Form) | Peka (Sensitive) |
| | | 9 Daun Menggulung Penuh (Perfectly Curled) | Sangat Peka (Very Sensitive) |

(IRRI, 2022)

Skor kelengkungan daun untuk setiap varietas pada perlakuan kekeringan menunjukkan hasil yang berbeda (Tabel 3). Varietas INPARI 32, INPARI 42, dan Pare Bakato Kaka menunjukkan sebagian

besar daun berbentuk V dangkal (skor 1), sedangkan Pare Lambem menunjukkan karakteristik daun berbentuk U dan memiliki skor 5 (Gambar 3).



Gambar 3. Skor kelengkungan daun pada perlakuan kekeringan pada setiap varietas (35 HST) (*The leaf curvature scores under drought treatment in each variety (35 DAP)*).

Keterangan:

Gambar ini menunjukkan kelengkungan daun dari empat varietas uji yang diperlakukan dengan PEG 6000 20% pada saat perkecambahan dikombinasikan dengan sistem penyiraman yang dimodifikasi (35 HST). a, b, c, dan d mewakili Pare Bakato Kaka, INPARI 32, INPARI 42, dan Pare Lambem (*This figure shows the leaf curvature of the four test varieties treated with 20% PEG 6000 at the germination phase combined with a modified watering system (35 DAP). a, b, c, and d, are representing Pare Bakato Kaka, INPARI 32, INPARI 42 and Pare Lambem*).

Hasil pengamatan tinggi tanaman dan panjang daun pada 7 HST dan 35 HST disajikan pada Tabel 4. Varietas INPARI 32, INPARI 42 dan Pare Bakato Kaka menunjukkan hasil yang serupa pada kedua parameter tersebut. Hasil *independent t-test* ($\alpha < 0,05$) menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kelompok yang diberi perlakuan kekeringan (PEG 6000 20% saat perkecambahan dan

modifikasi penyiraman) dibandingkan dengan kontrol (PEG 6000 0% saat perkecambahan dan pemeliharaan tanaman tanpa modifikasi penyiraman) baik pada parameter tinggi tanaman maupun panjang daun. Hasil pengamatan tersebut menunjukkan bahwa varietas Pare Lambem termasuk dalam kategori Peka, sedangkan tiga varietas lainnya termasuk dalam kategori Toleran.

Tabel 4. Pengaruh perlakuan kekeringan terhadap tinggi tanaman dan panjang daun (*Effect of drought treatment on plant height and leaf length*).

| Varietas Padi (Rice Varieties) | Toleransi | Tinggi Tanaman (Plant Height) (7 HST/DAP) (Mean ± SD) | | Tinggi Tanaman (Plant Height) (35 HST/DAP) (Mean ± SD) | |
|--------------------------------|--------------------|---|----------------------|--|-----------------------------|
| | | Kontrol (Control) | Kekeringan (Drought) | Kontrol (Control) | Kekeringan (Drought) |
| INPARI 32 | Toleran (Tolerant) | 14.73 ± 1.787 | 18.57 ± 1.579* | 19.31 ± 0.843 | 24.21 ± 0.859* |
| INPARI 42 | Toleran (Tolerant) | 14.50 ± 0.853 | 17.35 ± 1.008* | 16.9 ± 1.680 | 19.25 ± 1.288* |
| Pare Lambem | Peka (Sensitive) | 19.30 ± 1.636 | 13.21 ± 0.914* | 19.93 ± 1.050 | 18.37 ± 1.329 ^{NS} |
| Pare Bakato Kaka | Toleran (Tolerant) | 14.72 ± 1.081 | 19.21 ± 1.051* | 16.91 ± 0.970 | 21.37 ± 1.457* |

Tabel 4. Pengaruh perlakuan kekeringan terhadap tinggi tanaman dan panjang daun (*Effect of drought treatment on plant height and leaf length*).

| Varietas Padi (Rice Varieties) | Toleransi | Panjang Daun (Leaf Length) (7 HST/DAP) (Mean ± SD) | | Panjang Daun (Leaf Length) (35 HST/DAP) (Mean ± SD) | |
|--------------------------------|--------------------|--|----------------------|---|-----------------------------|
| | | Kontrol (Control) | Kekeringan (Drought) | Kontrol (Control) | Kekeringan (Drought) |
| INPARI 32 | Toleran (Tolerant) | 11.38 ± 1.044 | 14.78 ± 0.802* | 12.31 ± 1.335 | 15.07 ± 0.787* |
| INPARI 42 | Toleran (Tolerant) | 10.12 ± 0.980 | 12.82 ± 1.436* | 11.90 ± 1.410 | 13.79 ± 0.656* |
| Pare Lambem | Peka (Sensitive) | 15.15 ± 0.747 | 10.57 ± 1.254* | 15.50 ± 1.000 | 14.25 ± 1.195 ^{NS} |
| Pare Bakato Kaka | Toleran (Tolerant) | 11.45 ± 1.172 | 15.03 ± 1.379* | 11.58 ± 1.158 | 16.50 ± 1.102* |

Keterangan:

Uji t dilakukan setelah tes normalitas Shapiro Wilk (*An independent t-test performed after Shapiro Wilk normality test*)

*Signifikan pada taraf ($\alpha < 0,05$) (uji t) (*Significant at $\alpha < 0,05$ based on t-test*)

^{NS} Menunjukkan data yang tidak signifikan (*not significant data*).

Tabel 5. Kategori toleransi total varietas uji terhadap perlakuan cekaman kekeringan (*Total Tolerance Category of Tested Rice Varieties to Drought Stress Treatment*).

| Kategori Toleransi (Tolerance Category) | | | | | | | |
|---|---|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| | Persentase Perkecambahan (Germination Percentage) | Panjang Kecambah (Sprout Length) | Bobot Radikula (Radicle Weight) | Tinggi Tanaman (Plant Height) | Panjang Daun (Leaf Length) | Jumlah Daun (Leaf Number) | Lengkung Daun (Leaf Curvature) |
| INPARI 32 | Toleran (Tolerant) | Peka (Sensitive) | Toleran (Tolerant) | Toleran (Tolerant) | Toleran (Tolerant) | Toleran (Tolerant) | Toleran (Tolerant) |
| INPARI 42 | Toleran (Tolerant) | Peka (Sensitive) | Toleran (Tolerant) | Toleran (Tolerant) | Toleran (Tolerant) | Toleran (Tolerant) | Toleran (Tolerant) |
| Pare Lambem | Toleran (Tolerant) | Peka (Sensitive) | Toleran (Tolerant) | Peka (Sensitive) | Peka (Sensitive) | Toleran (Tolerant) | Peka (Sensitive) |
| Pare Bakato Kaka | Toleran (Tolerant) | Peka (Sensitive) | Toleran (Tolerant) | Toleran (Tolerant) | Toleran (Tolerant) | Toleran (Tolerant) | Toleran (Tolerant) |

PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa persentase perkecambahan pada tiap varietas dapat digunakan untuk mengetahui viabilitas benih dan berkemungkinan untuk menentukan tingkat toleransi dari varietas tanaman tertentu. Berdasarkan data persentase perkecambahan pada tiap varietas, dapat diperoleh nilai indeks toleransi yang dihitung menggunakan rumus indeks toleransi kekeringan oleh Fernandez (1993). Nilai indeks toleransi yang diperoleh menunjukkan bahwa tiap varietas uji tergolong ke dalam kriteria tanaman yang Toleran (STI > 0,5). Persentase perkecambahan yang lebih rendah pada perlakuan PEG 6000 20% diketahui sesuai dengan pernyataan

yang menyatakan bahwa pemberian PEG dapat menginduksi penghambatan perkecambahan yang berdampak pada penurunan laju perkecambahan benih serta jumlah air yang diabsorpsi seiring meningkatnya tingkat cekaman osmotik (Jajarmi, 2009; Ballo *et al.*, 2012).

Data rata-rata panjang total kecambah yang diperoleh pada dua perlakuan yang berbeda (PEG 6000 0% dan 20%) serta telah diuji menggunakan uji *independent t-test* ($\alpha < 0,05$) menunjukkan bahwa data panjang total kecambah memiliki pola hasil yang sama, yakni tiap varietas menunjukkan perbedaan yang signifikan pada perlakuan PEG 6000 0% dan 20% (nilai rata-rata jauh lebih rendah pada perlakuan PEG 6000 20%) yang menandakan

bahwa varietas-varietas tersebut tergolong Peka pada parameter tersebut. Hasil tersebut sesuai dengan pernyataan yang menyatakan bahwa penggunaan PEG yang semakin pekat (konsentrasi tinggi) diketahui akan melibatkan semakin banyak gugus etilen yang mengikat air melalui ikatan hidrogen sehingga hal tersebut dapat menghambat proses imbibisi, serta pertumbuhan akar seminal dan tunas/koleoptil pada kecambah dikarenakan tingkat absorpsi air yang rendah oleh benih tanaman (Andari *et al.*, 2019).

Bobot akar dapat digunakan untuk mengetahui kemampuan tanaman dalam menyerap air. Karakter tersebut mengindikasikan kemampuan tanaman dalam menyerap air berdasarkan asumsi bahwa tanaman yang memiliki bobot akar tinggi diperkirakan memiliki perakaran lebih besar serta tingkat toleransi yang lebih tinggi terhadap kekeringan (Torey *et al.*, 2013). Jenis akar yang cenderung dalam maupun akar yang memiliki banyak percabangan diduga memiliki toleransi yang lebih baik terhadap cekaman kekeringan (Hsiao dan Xu, 2000; Salsinha *et al.*, 2020). Data bobot radikula menunjukkan pola hasil yang sama, yakni keempat varietas uji (Pare Lambem, Pare Bakato Kaka, INPARI 32 dan INPARI 42) memperlihatkan perbedaan yang signifikan pada kedua perlakuan dengan nilai rata-rata yang lebih tinggi pada perlakuan PEG 6000 20% berdasarkan hasil uji t ($\alpha < 0,05$) yang menandakan bahwa keempat varietas tersebut tergolong kategori Toleran.

Berdasarkan data rata-rata jumlah daun pada tiap varietas uji, dapat diperoleh nilai indeks toleransi kekeringan yang dihitung menggunakan rumus indeks toleransi oleh Fernandez (1993). Nilai indeks toleransi yang diperoleh menunjukkan bahwa tiap varietas uji tergolong ke dalam kriteria tanaman yang Toleran berdasarkan parameter tersebut ($STI > 0,5$). Penyebab penurunan jumlah daun pada kondisi kekeringan kemungkinan diakibatkan oleh terhambatnya proses pertumbuhan yang berhubungan dengan perubahan dalam ukuran sel serta pembelahan sel yang menyebabkan penurunan produksi daun dan peningkatan *senescence* dan *abscission*. Penghambatan/penurunan pembentukan daun (*leaf formation*) juga dapat menurunkan volume dan ukuran dari jaringan daun baru yang menghasilkan penurunan dari luas daun (Riaz *et al.*, 2013).

Penggulungan daun diketahui merupakan respon awal tanaman padi terhadap cekaman kekeringan (Opalofia *et al.*, 2018). Penggulungan daun maupun kelengkungan daun berkaitan erat dengan proses pengerutan *bulliform cell* (sel kipas). Sel tersebut diketahui akan mengalami kehilangan air melalui transpirasi lebih cepat dibandingkan dengan sel epidermis lainnya. Tekanan turgor pada

sel tersebut akan menurun dan memungkinkan daun untuk menggulung/melengkung saat terjadi kekurangan air (Salsinha *et al.*, 2020). Penggulungan daun yang lambat menunjukkan adanya upaya tanaman untuk mempertahankan turgor dalam rangka menghindari dehidrasi. Varietas tanaman dengan skor kelengkungan daun terendah diperkirakan memiliki potensial air yang lebih tinggi dan diduga merupakan varietas yang tergolong Toleran (Tubur *et al.*, 2012). Varietas INPARI 32, INPARI 42 dan Pare Bakato Kaka menunjukkan mayoritas daun yang berbentuk V dangkal (skor 1) dan tergolong ke dalam kategori Toleran, sementara itu Pare Lambem menunjukkan karakteristik daun yang sebagian besar berbentuk U dan memiliki skor 5 sehingga tergolong kategori Agak Peka.

Data tinggi tanaman serta panjang daun pada 7 HST dan 35 HST menunjukkan pola hasil yang sama, yakni Pare Lambem menunjukkan perbedaan signifikan pada perlakuan kontrol dan kekeringan dengan nilai rata-rata yang jauh lebih rendah pada perlakuan kekeringan berdasarkan hasil uji t yang menandakan bahwa varietas tersebut tergolong Peka, sementara ketiga varietas lain menunjukkan kategori Toleran berdasarkan adanya perbedaan signifikan pada perlakuan kontrol dan kekeringan dengan nilai rata-rata yang lebih rendah pada perlakuan kontrol dari hasil uji t ($\alpha < 0,05$) Hasil yang ditunjukkan pada Pare Lambem sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa kekurangan air yang terjadi terutama pada tanaman yang kurang toleran kekeringan dapat mengubah permeabilitas membran serta menurunkan turgiditas sel tanaman yang selanjutnya dapat menghambat pembelahan sel dan pembesaran/elongasi sel serta berakibat pada terhambatnya pertumbuhan tinggi tanaman maupun penurunan luas/panjang daun secara signifikan (Pandey dan Shukla, 2015; Ilyani *et al.*, 2017). Penurunan laju fotosintesis akibat penurunan turgiditas sel penjaga stomata yang menyebabkan terhambatnya laju penyerapan karbondioksida (Yordanov *et al.*, 2000; Farooq *et al.*, 2009) juga dapat berdampak pada terganggunya pertumbuhan tanaman yang mencakup tinggi tanaman maupun panjang daun (Kozlowski dan Pallardy, 1997; Cornic, 2000). Berdasarkan beberapa karakteristik vegetatif yang telah diujikan, dapat diperoleh kategori toleransi kekeringan total dari tiap varietas yang dihitung dalam bentuk persentase (Tabel 5). Varietas INPARI 32, INPARI 42 dan Pare Bakato Kaka diketahui tergolong ke dalam kategori Toleran (nilai persentase sekitar 67–100%) dengan nilai persentase sebesar 85,7%, sedangkan varietas Pare Lambem tergolong ke dalam kategori Agak Toleran (34–66%) dengan nilai persentase sekitar 42,8%. Karakteristik vegetatif seperti indeks

perkecambahan, panjang total kecambah, bobot radikula, tinggi tanaman, panjang daun, jumlah daun, hingga skor kelengkungan daun dapat digunakan sebagai parameter untuk mengetahui tingkat toleransi tanaman terhadap kekeringan. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Salsinha *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa perubahan pola pertumbuhan pada tanaman selama cekaman kekeringan dapat terlihat melalui analisis keragaan seperti pengamatan pada berbagai parameter vegetatif tersebut.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa varietas INPARI 32, INPARI 42 dan Pare Bakato Kaka termasuk dalam kategori Toleran (85,7%) sedangkan Pare Lambem termasuk dalam kategori Agak Toleran (42,8%) berdasarkan analisis dari tujuh karakteristik vegetatif (persentase perkecambahan, panjang total kecambah, bobot radikula, tinggi tanaman, panjang daun, jumlah daun dan kelengkungan daun). Diperlukan penelitian lebih lanjut seperti analisis genotipe atau molekuler sebagai data pendukung dalam menentukan tingkat toleransi tanaman terhadap cekaman abiotik secara lebih optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai secara finansial oleh Hibah Riset PUTI Pascasarjana 2022 dengan nomor kontrak NKB-270/UN2.RST/HKP.05.00/2022 atas nama Andi Salamah. Penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada pihak terkait yang telah berkontribusi dalam menunjang kegiatan penelitian ini.

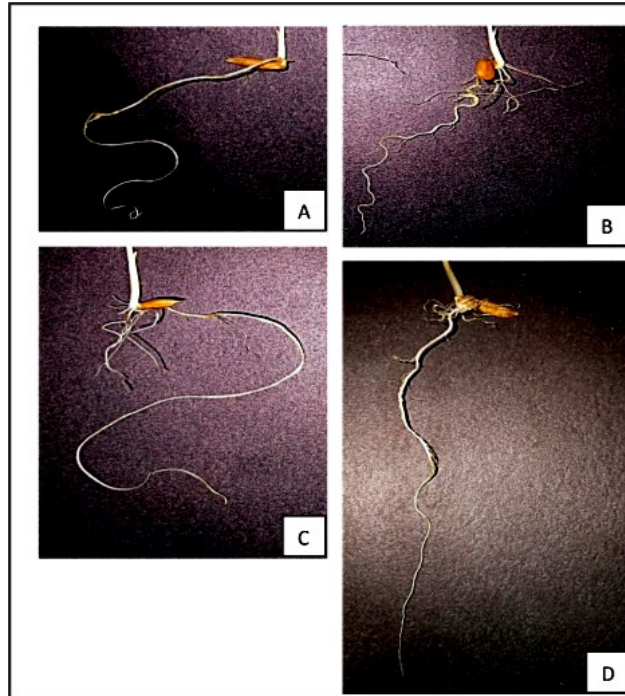
DAFTAR PUSTAKA

- Andari, G., Nurcahyani, E., Lesik, M.M.N.N., Panga, N.J and Jaya, A.M., 2019. *In vitro* selection resistant plantain of king bulu (*Musa paradisiaca* L. Var. Sapiantum) on drought as an animal. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 343, pp. 1–5. doi:10.1088/1755-1315/343/1/012176
- Asghari, M.T., Daneshian, J and Farahani, H.A., 2009. Effects of drought stress and planting density on quantity and morphological characteristics of chicory (*Cichorium intybus*). *Asian Journal of Agriculture*, 1(1), pp. 12–14. Corpus ID: 106503577.
- Ballo, M., Nio, S.A., Mantiri, F.R dan Pandiangan, D., 2012. Respons morfologis beberapa varietas padi (*Oryza sativa* L.) terhadap kekeringan pada fase perkecambahan. *Jurnal Bios Logos*, 2(2), pp. 88–95. doi: <https://doi.org/10.35799/jbl.2.2.2012.1045>
- BB BIOGEN., 2008. *Katalog plasma nutfah padi*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian. Bogor. pp. 98.
- Cornic, G., 2000. Drought stress inhibits photosynthesis by decreasing stomatal aperture not by affecting ATP synthesis. *Trends in Plant Science*, 5, pp. 187–188. doi: [10.1016/S1360-1385\(00\)01625-3](https://doi.org/10.1016/S1360-1385(00)01625-3)
- Emmerich, W.E and Hardegree, S.P., 1991. Seed germination in polyethylene glycol solution: effect of filter paper exclusion. *Crop Science*, 31, pp. 454–458. doi: <https://doi.org/10.2135/cropsci1991.0011183X003100020046x>
- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D and Basra, S.M.A., 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development*, 29, pp. 185–212.
- Fernandez, G.C., 1993. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. *Taiwan: Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetable and Other Food Crops to Temperature Water Stress*, pp. 257–270.
- Hsiao, T.C and Xu, L.K., 2000. Sensitivity of growth of roots versus leaves to water stress: biophysical analysis and relation to water transport. *Journal of Experimental Botany*, 51(350), pp. 1595–1616. doi: <https://doi.org/10.1093/jexbot/51.350.1595>
- Ilyani, D.S., Suliansyah, I dan Dwipa, I., 2017. Pengujian resistensi kekeringan terhadap beberapa genotipe padi beras merah lokal Sumatera Barat pada fase vegetatif. *Jurnal Agroteknologi Universitas Andalas*, 1(1), pp. 6–14. doi: [10.25077/jagur.1.1.6-14.2017](https://doi.org/10.25077/jagur.1.1.6-14.2017)
- Iriany, R.N., Takdir, A.M., Yasin, M.H.G and Mejaya, M.J., 2007. Maize genotypes tolerance to drought stress. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 26(3), pp. 156–160.
- IRRI., 2002. *Standard Evaluation System for Rice (SES)*. International Rice Research Institute. Los Banos.
- Jajarmi, V., 2009. Effect of water stress on germination indices in seven wheat-cultivar. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 49, pp. 105–106. doi: [10.1007/BF02277422](https://doi.org/10.1007/BF02277422)
- Kozłowski, T.T and Pallardy, S.G., 1997. *Physiology of woody plants*. Academic Press. Cambridge. pp. 411.
- Lestari, E.G., 2006. Mekanisme toleransi dan metode seleksi tumbuhan yang tahan terhadap cekaman kekeringan. *Berita Biologi*, 8(3), pp. 215–222. doi: [10.14203/](https://doi.org/10.14203/)

- [beritabiologi.v8i3.799](#)
- Maisura, M dan Junaedi, A., 2018. *Padi toleran kekeringan melalui pendekatan karakter morfofisiologi*. Sefa Bumi Persada. Aceh. pp. 124.
- Mulyani, A., Nursyamsi, D dan Las, I., 2014. Percepatan pengembangan pertanian lahan kering iklim kering di Nusa Tenggara. *Pengembangan Inovasi Pertanian*, 7(4), pp. 187–198. doi:[10.21082/PIP.V7N4.2014.187-198](https://doi.org/10.21082/PIP.V7N4.2014.187-198)
- Opalofia, L., Yusniwati, Y and Swasti, E., 2018. Drought tolerance in some of red rice line based on morphology at vegetative stage. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 3, pp. 1995–2000.
- Pandey, V and Shukla, A., 2015. Acclimation and tolerance strategies of rice under drought stress. *Rice Science*, 22(4), pp. 147–161. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rsci.2015.04.001>
- Redona, E.D and Mackill, D.J., 1996. Genetic variation for feeding vigor traits in rice. *Crop Science*, 36(2), pp. 285–290. doi: <https://doi.org/10.2135/cropsci1996.0011183X003600020012x>
- Riaz, A., Younis, A., Taj, A.R., Karim, A., Tariq, U., Munir, S and Riaz, S., 2013. Effect of drought stress on growth and flowering of marigold (*Tagetes erecta* L.). *Pakistan Journal of Botany*, 45(S1), pp. 123–131.
- Salsinha, Y.C.F., Indraweda, D., Purwestri, Y.A., and Rachmawati, D., 2020. Selection of drought-tolerant local rice cultivars from East Nusa Tenggara, Indonesia during vegetative stage. *Biodiversitas*, 21(1), pp. 170–178. doi:<https://doi.org/10.1023/A:1007201411474>
- <http://orcid.org/0000-0003-4388-1920>
- Singh, B., Reddy, K.R., Redona, E.D and Walker, T., 2017. Screening of rice cultivars for morpho-physiological responses to early season soil moisture stress. *Rice Science*, 24 (5), pp. 322–335. <https://doi.org/10.1016/j.rsci.2017.10.001>.
- Stewart, B.A., 2016. Dryland farming. *Reference Module in Food Science*, pp. 1–10. doi:[10.1016/B978-0-08-100596-5.02937-1](https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.02937-1)
- Swapna, S and Shylaraj, K.S., 2017. Screening for osmotic stress responses in rice cultivars under drought condition. *Rice Science*, 24(5), pp. 253–263. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rsci.2017.04.004>
- Torey, P.C., Nio, S.A., Siahaan, P dan Mambu, S.M., 2013. Karakter morfologi akar sebagai indikator kekurangan air pada padi lokal Superwin. *Jurnal Bios Logos*, 3(2), pp. 57–64. doi:<https://doi.org/10.35799/jbl.3.2.2013.4431>
- Tubur, H.W., Chozin, M.A., Santosa, E dan Junaedi, A., 2012. Respon agronomi varietas padi terhadap periode kekeringan pada sistem sawah. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 40(3), pp. 167–173.
- Usman, M., Raheem, Z.F., Ahsan, T., Iqbal, A., Sarfaraz, Z.N and Haq, Z., 2013. Morphological, physiological and biochemical attributes as indicators for drought tolerance in rice (*Oryza sativa* L.). *European Journal of Biology*, 5(1), pp. 23–38. doi: [10.5829/idosi.ejbs.2013.5.1.1104](https://doi.org/10.5829/idosi.ejbs.2013.5.1.1104)
- Wahab, M.I., 2017. *Deskripsi varietas unggul baru padi*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Subang. pp. 87.
- Yordanov, I., Velikova, V and Tsonev, T., 2000. Plant responses to drought, acclimation and stress tolerance. *Photosynthetica*, 38(2), pp. 171–186. doi: [10.1023/A:1007201411474](https://doi.org/10.1023/A:1007201411474)

LAMPIRAN

Morfologi Radikula saat Perkecambahan pada Perlakuan PEG 6000 20%
(Radicle Morphology during Germination in the Treatment of 20% PEG 6000)



Keterangan:

A. Radikula INPARI 42 (PEG 6000 20%); B. Radikula INPARI 32 (PEG 6000 20%); C. Radikula Pare Bakato Kaka (PEG 6000 20%); D. Radikula Pare Lambem (PEG 6000 20%).
(A. Radicle of INPARI 42 (PEG 6000 20%); B. Radicle of INPARI 32 (PEG 6000 20%); C. Radicle of Pare Bakato Kaka (PEG 6000 20%); D. Radicle of Pare Lambem (PEG 6000 20%).)