

Kajian Media Ms Dengan Penambahan Auksin Dan Sitokinin Terhadap Pertumbuhan Dan Perkembangan Kultur Tunas Aren (*Arenga Pinnata* (Wurmb) Merr)

Study of Ms Media With Addition Of Auxins And Cytokinin on Growth and Development of Arr (Arenga Pinnata (Wurmb) Merr.) Culture.

Muhammad Alqamari^{*}, Bismar Thalib, Fitra S

Program Studi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan, Indonesia

Jl. Kapten Mukhtar Basri NO. 3 Medan 20221

Corresponding author: alqomari484@umsu.ac.id

ABSTRACT

Aren has an important role as a biofuel producer, so research is needed for the development of this plant. This research has been carried out in the Tissue Culture Laboratory of the Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Muhammadiyah University, North Sumatra, from October 2017 to September 2018. This study aims to obtain a combination of concentrations of growth regulators of auxin and cytokines which are best for increasing plant population in vitro culture. , as well as to produce large quantities of quality plantlets in a relatively short time. Experiments in the form of a Completely Randomized Design (CRD) were repeated 3 times with 5 samples of each treatment to obtain 105 units of experimentation. The first series experiment was the regeneration stage, shoot tip results were cultured on WPM media with a concentration of 0.25 ppm + 1.0 ppm Kinetin which was used as explants. Furthermore, the shoots were regenerated in the WPM medium with the treatment of concentration of growth regulators of auxin and cytokinin which consisted of 7 treatment levels, namely (E0) 0.00 ppm NAA + 0.00 ppm BAP, (E1) 0.00 ppm NAA + 0.25 ppm BAP, (E2) 0.50 ppm NAA + 0.00 ppm BAP, (E3) 0.50 ppm NAA + 0.50 ppm BAP, (E4) 0.00 ppm NAA + 0.75 ppm BAP, (E5) 0.50 ppm NAA + 0.75 ppm BAP, (E6) 1.00 ppm NAA + 1.00 ppm BAP. From the observed variables, the percentage of live explants and percentage of explants forming callus the best results were found in a combination of 1.00 ppm NAA + 1.00 ppm BAP (E6) concentration.

Keywords: *shoots culture, sugar palm, explant, auxin, cytokinin*

ABSTRAK

Aren memiliki peran penting sebagai tanaman penghasil bahan bakar nabati (BBN), sehingga dibutuhkan penelitian untuk pengembangan tanaman ini. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kombinasi konsentrasi zat pengatur tumbuh Auksin dan Sitokinin yang baik untuk dapatkan bibit aren secara kultur tunas Aren, sekaligus untuk menghasilkan planlet yang berkualitas dalam jumlah banyak pada waktu yang relatif singkat. Percobaan dalam bentuk Rancangan Acak Lengkap (RAL) diulang sebanyak 3 kali dengan 5 sampel tiap perlakuan sehingga diperoleh 105 satuan percobaan. Percobaan seri pertama merupakan tahap regenerasi, menghasilkan tunas yang dikulturkan pada media MS dengan konsentrasi 0,25 ppm + 1,0 ppm Kinetin yang digunakan sebagai eksplan. Selanjutnya tunas tersebut diregenerasikan pada media MS dengan perlakuan kombinasi konsentrasi zat pengatur tumbuh Auksin dan Sitokinin yang terdiri dari 7 taraf perlakuan, yaitu (E₀) 0,00 ppm NAA + 0,00 ppm BAP, (E₁) 0,00 ppm NAA + 0,25 ppm BAP, (E₂) 0,50 ppm NAA + 0,00 ppm BAP, (E₃) 0,50 ppm NAA + 0,50 ppm BAP, (E₄) 0,00 ppm NAA + 0,75 ppm BAP, (E₅) 0,50 ppm NAA + 0,75 ppm BAP, (E₆) 1,00 ppm NAA + 1,00 ppm

BAP. Dari peubah yang diamati yaitu persentase eksplan yang hidup serta persentase eksplan membentuk kalus hasil terbaik terdapat pada kombinasi konsentrasi 1,00 ppm NAA + 1,00 ppm BAP (E₆).

Kata kunci: Kultur tunas, aren, eksplan, auksin, sitokinin

PENDAHULUAN

Salah satu sumber energi alternatif yang dapat dikembangkan adalah energi yang berasal dari bahan bakar nabati (BBN) atau *biofuel*. Penggunaan BBN telah diatur dalam Instruksi Presiden Republik Indonesia No. 1 tahun 2006, tentang penyediaan dan pemanfaatan BBN sebagai bahan bakar lain serta Keputusan Presiden Republik Indonesia No. 10 tahun 2006 tentang pengembangan BBN untuk percepatan pengurangan kemiskinan dan pengangguran. BBN sangat potensial untuk dikembangkan karena sumber energi ini bersifat terbarukan. Selain itu, Indonesia sebagai negara agraris memiliki berbagai sumber daya alam yang dapat dieksplorasi untuk mengembangkan BBN. Menurut BPPP, Indonesia memiliki berbagai jenis tanaman penghasil minyak yang dapat diolah menjadi BBN, di antaranya: kosambi (*Schleichera oleosa* Merr.), nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.), wijen (*Sesamum indicum* L.), kemalagian (*Croton tiglium*), jarak kepyar (*Ricinus comunis* L.), bunga matahari (*Helianthus annuus* L.), kemiri minyak (*Aleurites trisperma* Blanco), kelapa (*Cocos nucifera* L.), sago (*Metroxylon sago*) dan aren (*Arenga pinnata* Merr.). Tanaman yang akan dikembangkan sebagai sumber BBN sebaiknya bukan berasal dari tanaman pangan untuk menjaga kestabilan pangan nasional.

Perbanyakan tanaman aren dilakukan secara konvensional melalui benih. Perbanyakan melalui teknik ini membutuhkan waktu 1-12 bulan atau bahkan mencapai 24 bulan sebagai akibat adanya dormansi benih. Dormansi benih aren diakibatkan oleh peningkatan kandungan lignin dan tanin pada kulit benih (Widyawati *et al.* 2009) dan adanya inhibitor perkecambah (asam absisat) pada

kulit serta endosperma aren (Asikin dan Puspitaningtyas 2000). Hasil Penelitian Harahap *et al.*, (2019), Identifikasi Karakter Fenotip Daun Tanaman Aren (*Arenga pinnata* Merr) di Kabupate Tapanuli Selatan merupakan populasi tanaman aren yang memiliki karakter panjang daun dan panjang rachis paling tinggi dengan jumlah anak daun yang paling banyak dan lingkaran rachis serta lingkaran petiole paling besar.

Jumlah daun produktif dan persentase kadar gula nira yang di atas rata-rata Upaya pematangan dormansi dilakukan dengan berbagai metode, diantaranya: secara mekanis/fisik (Saleh 2004; Rofik dan Murniati 2008), kimia (Sirait 2010; Saleh 2003), media tanam (Usman 2006) dan pencahayaan (Saleh dan Wardah 2010). Selain dormansi, kendala lain yang ditemui pada perbanyakan bibit aren adalah penggunaan benih matang fisiologis sebagai bahan tanam, sedangkan untuk pematangan benih membutuhkan waktu 36 bulan. Penelitian berbagai tingkat kematangan benih sebagai bahan tanam oleh Usman (2006) menunjukkan daya berkecambah benih dari buah muda (kulit buah berwarna hijau) hanya sebesar 7.5%, sedangkan benih dari buah tua (matang fisiologis) mencapai 26.7%. Kedua faktor tersebut menjadi penghambat perbanyakan bibit untuk budidaya dan program pemuliaan tanaman aren di Indonesia.

Mengatasi masalah perbanyakan enau secara generatif melalui biji, telah dilakukan antara lain penelitian Rozen (1989), yaitu perendaman benih dalam air panas pada suhu awal 60 - 70 °C, dapat memperpendek masa dormansi selama 16 minggu dengan daya kecambah rata-rata 21%. Selanjutnya Rusmin (1992) juga melaporkan bahwa perlakuan lama periode gelap antara 10 - 50 hari pada benih enau memberikan persentase kecambah rata-

rata 26% dalam waktu pemecahan dormansi 98 hari. Namun demikian hasil penelitian yang dicapai Rozen (1989) dan Rusmin (1992) masih kurang menguntungkan terutama dalam hal waktu dan daya kecambah yang masih rendah, di samping kualitas bibit yang dihasilkan tidak terjamin.

Eksplorasi dan Identifikasi Tanaman Aren (*Arenga pinnata* Merr) di Kabupaten Tapanuli Selatan dengan keanekaragaman aksesori aren yang tersebar di Kabupaten Tapanuli Selatan dan mengelompokkan populasi seleksi untuk mendapatkan produksi yang tinggi. Delapan puluh aksesori aren populasi alam asal empat kecamatan (Harahap *et al.*, 2019). Mengingat permasalahan pada perbanyakan secara generatif, maka perlu dicari alternatif pemecahannya. Perbanyakan secara vegetatif dengan metode konvensional seperti tempelan, cangkok, dan sambung juga tidak mungkin dilakukan. Salah satu metode yang dapat mengatasi masalah tersebut adalah pengembangan tanaman secara Teknik Kultur Jaringan (*In vitro*) berupa mikro propagasi akan memberikan harapan untuk dikembangkan pada tanaman enau, karena cara ini mampu menghasilkan tanaman secara cepat, dalam jumlah banyak, berkualitas lebih baik, tidak tergantung pada musim, tidak membutuhkan ruangan yang luas, bebas penyakit sistemik dan sumber penyimpanan plasma nutfah.

Perbanyakan dengan teknik kultur jaringan ditujukan antara lain untuk jenis tanaman yang menghadapi masalah seperti : daya berkecambah bijinya rendah, tanaman dengan pertumbuhannya yang lambat, dan tanaman yang akan dieksploitasi secara massal (Wiendi, Wattimena, dan Gunawan, 1991).

Kegiatan kultur jaringan sangat ditentukan oleh ketelitian dalam menggunakan alat dan bahan yang akan digunakan. Tidak hanya ketelitian, ketepatan menentukan komposisi media yang akan digunakan sebagai media tanam juga penting dalam keberhasilan kultur jaringan. Komposisi media terutama kebutuhan zat pengatur tumbuh khususnya kombinasi dan konsentrasi zat pengatur

tumbuh yang digunakan. Sedangkan menurut Wetherell (1982) menyatakan bahwa ada tiga hal yang penting yang berpengaruh terhadap respon *in vitro*, yaitu : kemampuan regenerasi, tingkat fisiologis, dan kesehatan tanaman induk. Sedangkan menurut Murashige (1985), dan George dan Shernington (1984) mengemukakan ada empat faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan morfogenesis dalam kultur *in vitro*, yaitu : Genotip, media kultur, lingkungan tumbuh, dan eksplan yang digunakan.

Zat pengatur tumbuh golongan auksin dan sitokinin dalam keseimbangannya merupakan keberhasilan penerapan teknik kultur jaringan. Sitokinin sebagai senyawa organik yang dikombinasikan dengan Auksin akan mendorong pembelahan sel dan menentukan arah diferensiasi sel tanaman, jika konsentrasi Auksin dalam jaringan tanaman tinggi maka kemungkinan akan terbentuk kalus, dan akar dan bila konsentrasi Sitokinin tinggi maka kemungkinan akan terbentuk tunas (Wattimena, 1988).

Kalus merupakan kumpulan sel parenkim yang amorf dan terikat secara renggang (Dodds, dan Roberts, 1999), dan terbentuk karena pembelahan sel yang aktif secara *in vitro* atau alami baik pada tanaman yang dilukai ataupun tanaman yang mengalami cekaman, disamping itu juga dapat terbentuk karena serangan mikroorganisme atau serangga.

Penelitian ini bertujuan mendapatkan kombinasi konsentrasi zat pengatur tumbuh Auksin dan Sitonin yang terbaik dalam meningkatkan populasi tanaman secara kultur tunas.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan di laboratorium Kultur Jaringan Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, dari bulan Oktober 2017 sampai September 2018.

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah tunas aren yang diambil dari tanaman

pucuk tanaman aren; nutrisi untuk penyusun media MS, streptomycin, vitamin, sukrosa) bacto agar, ZPT, alkohol 70%, spiritus, aquades, benlate, plastik wrap, arang aktif, tween 80, bayclin 10%, Asam askorbir, dan sebagainya.

Alat digunakan adalah, laminar air flow cabinet, gelas piala, corong gelas, timbangan, pinset, autoklaf, oven, gelas ukur, , pH meter, gunting, mata skalpel, skalpel, pemanas elektrik, petridish, botol kultur dan sebagainya.

Perlakuan dan Rancangan

Penelitian ini terdiri menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). dengan perlakuan kombinasi konsentrasi zat pengatur tumbuh Auksin dan Sitokinin yang terdiri dari 7 taraf perlakuan, yaitu : (E₀) 0,00 ppm NAA + 0,00 ppm BAP, (E₁) 0,00 ppm NAA + 0,25 ppm BAP, (E₂) 0,50 ppm NAA + 0,00 ppm BAP, (E₃) 0,50 ppm NAA + 0,50 ppm BAP, (E₄) 0,00 ppm NAA + 0,75 ppm BAP, (E₅) 0,50 ppm NAA + 0,75 ppm BAP, (E₆) 1,00 ppm NAA + 1,00 ppm BAP.

Setiap perlakuan diulang 3 kali dengan menggunakan 5 sampel tiap perlakuan tiap ulangan, sehingga diperoleh 105 satuan percobaan. Peubah yang diamati Persentase eksplan yang hidup, persentase eksplan membentuk kalus

Persiapan Bahan Tanam

Sebelum dilakukan penelitian dengan serangkaian percobaan tersebut, dilakukan persiapan bahan tanam untuk sumber eksplan berupa kultur tanaman dengan media MS secara *in vitro* yang dilaksanakan pada bulan Januari 2017. Bahan tanam berupa bibit tanaman Aren yang diambil pucuk tunas yang kemudian disterilisasi dan ditumbuhkan secara *in vitro* pada media prekondisi untuk mendapatkan sumber eksplan *in vitro*.

Sterilisasi Eksplan

Tahap sterilisasi eksplan dilakukan dengan mencuci pucuk dan buku pada air yang

mengalir dan direndam dalam larutan deterjen selama 20 menit, kemudian direndam dengan larutan streptomycin dan dithane-45 masing-masing 0.2% selama \pm 24 jam. Di dalam *laminar air flow cabinet*, sterilisasi dilanjutkan dengan merendam eksplan berturut-turut, yaitu pada alkohol 70% selama 1 menit, bayclin 10% selama 10 menit, bayclin 5 % selama 5 menit dan beberapa tetes betadine selama 30 menit. Setelah dilakukan prosedur sterilisasi di atas, eksplan ditanam pada media prekondisi berupa media Hyponex 0.2% selama satu minggu untuk mendapatkan eksplan yang bebas dari kontaminan cendawan dan bakteri. Eksplan yang steril kemudian dipindahkan ke media MS yang ditambah dengan BAP 3 ppm selama empat minggu untuk menumbuhkan tunas *in vitro*.

Penyeragaman sumber eksplan dilakukan dengan memotong tunas yang telah tumbuh dan mempunyai 3-4 buku kemudian ditanam ke media MS (MS tanpa ZPT) selama empat minggu. Data yang diperoleh dari hasil penelitian dianalisis secara statistik dengan sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) pada taraf 5 %. (Gomes and Gomes, 1995)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase Eksplan yang Hidup

Percobaan kombinasi konsentrasi zat pengatur tumbuh NAA (Auksin) dan BAP (Sitokinin) pada persentase eksplan aren yang hidup, melihatkan adanya pengaruh yang nyata. terlihat pada Tabel 1.

konstraksi NAA dan BAP yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda pula terhadap persentase eksplan yang hidup. Dari ketujuh perlakuan kombinasi konsentrasi NAA dan BAP ternyata perlakuan kombinasi konsentrasi 1,00 ppm NAA + 1,00 ppm BAP menunjukkan persentase eksplan yang hidup terbaik (Tabel 1).

Tabel 1. Persentase Eksplan yang Hidup

Perlakuan	Persentase eksplan hidup (%)
(E6) 1,00 ppm NAA+ 1,00 ppm BAP	64,8 a
(E5) 0,50 ppm NAA+ 0,75ppm BAP	53,6 ab
(E4) 0,00 ppm NAA + 0,75 ppm BAP	51,4 ab
(E3) 0,50 ppm NAA + 0,50 ppm BAP	43,6 abc
(E2) 0,50 ppm NAA + 0,00 ppm BAP	36,7 bcd
(E1) 0,00 ppm NAA + 0,25 ppm BAP	35,3 cd
(E0) 0,00 ppm NAA + 0,00 ppm BAP	28,0 d
KK = 47,76%	

Keterangan : Angka - angka pada kolom yang sama untuk beberapa komposisi media Auksin Sitokinin yang diikuti oleh huruf yang sama masing-masing berbeda tidak nyata menurut DNMRRT pada taraf nyata 5%

Hal ini disebabkan karena berbagai kombinasi konsentrasi Auksin dan Sitokinin yang terdapat dalam jaringan eksplan, mampu mendorong pertumbuhan dan perkembangan eksplan serta eksplan mempunyai kemampuan untuk dapat hidup sampai akhir percobaan disetiap perlakuan memiliki perbedaan dalam jumlah dan panjang tunasnya, hal ini diduga karena adanya perbedaan dalam menyerap nutrisi/suplay makan beserta hormon yang diberikan pada media (Yusrianti, 2002 dalam Julianti,2014). Konsentrasi auksin yang relatif lebih rendah dibandingkan konsentrasi sitokinin dapat memacu pertumbuhan tunas (Gunawan, 1995).

Moore (1979); George dan Sherrington (1984); dan Satria, Dwipa, Jamsari (1999) melaporkan bahwa pemberian zat pengatur tumbuh Auksin dan Sitokinin pada konsentrasi rendah mampu merangsang pertumbuhan dan perkembangan eksplan serta mempertahankan daya hidup jaringan eksplan, tetapi pada konsentrasi yang tinggi, zat pengatur tumbuh tersebut dapat bersifat menghambat perkembangan morfogenesis eksplan. Perimbangan konsentrasi zat pengatur tumbuh Auksin dan Sitokinin dalam jaringan eksplan dapat meningkatkan kemampuan hidup, pertumbuhan dan perkembangan jaringan eksplan (Satria, *et al*, 1999).

Selanjutnya menurut Evans, Sharp, dan Ammivato, (1986) menyatakan bahwa

konsentrasi zat pengatur tumbuh Auksin dan Sitokinin dalam jaringan eksplan merupakan faktor pembatas dan suatu pertumbuhan dan morfogenesis eksplan.

Persentase Eksplan Membentuk Kalus

Pemberian perlakuan kombinasi konsentrasi NAA dan BAP terhadap persentase eksplan membentuk kalus menunjukkan adanya pengaruh yang berbeda nyata diantara perlakuan. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Hasil penelitian menunjukkan perlakuan kombinasi konsentrasi NAA dan BAP yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda terhadap persentase eksplan membentuk kalus. Dari ketujuh perlakuan tersebut diatas, ternyata kombinasi konsentrasi 1,00 ppm NAA + 1,00 ppm BAP (E6) memperlihatkan persentase eksplan membentuk kalus yang terbaik (Tabel 2). Hal ini disebabkan karena berbagai kombinasi konsentrasi Auksin dan Sitokinin mampu membuat eksplan membentuk kalus. enurut Widiastoety (1985) menyatakan bahwa pembentukan kalus terjadi jika perbandingan antara konsentrasi Auksin dan Sitokinin dalam keadaan seimbang. Dalam kultur jaringan kebanyakan tanaman membutuhkan sitokinin untuk pembentukan tunas dan daun, sedangkan auksin bersifat menghambat (Bhojwani *dalam* Karjadi, 2007).

Tabel 2. Persentase eksplan membentuk kalus

Perlakuan	Persentase eksplan membentuk kalus (%)
(E6) 1,00 ppm NAA+ 1,00 ppm BAP	6,63 a
(E5) 0,50 ppm NAA+ 0,75 ppm BAP	5,30 ab
(E4) 0,00 ppm NAA + 0,75 ppm BAP	5,84 ab
(E3) 0,50 ppm NAA + 0,50 ppm BAP	4,38 bc
(E2) 0,50 ppm NAA + 0,00 ppm BAP	3,15 bc
(E1) 0,00 ppm NAA + 0,25 ppm BAP	3,19 bc
(E0) 0,00 ppm NAA + 0,00 ppm BAP	0,61 c
KK = 17,64%	

Keterangan: Angka - angka pada kolom yang sama untuk beberapa komposisi media Auksin Sitokinin yang diikuti oleh huruf besar yang sama masing-masing berbeda tidak nyata menurut DNMRT pada taraf nyata 5%.

Perbedaan bagian atau bahan eksplan akan mempengaruhi kemampuan eksplan membentuk kalus, sebagaimana menurut pendapat Wiendi, Wattimena, dan Gunawan (1991) bahwa kemampuan eksplan membentuk kalus dan laju pertumbuhannya dapat berbeda antar bagian dan jaringan eksplan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Masyudi (1993), dimana terdapat perbedaan kemampuan eksplan membentuk kalus dan daya regenerasi kalus antara bagian - bagian dari jaringan eksplan tanaman

SIMPULAN

Perlakuan kombinasi konsentrasi NAA dan BAP mampu meningkatkan eksplan tunas mampu bertahan hidup dan membentuk kalus.

Kombinasi konsentrasi 1,00 ppm NAA + 1,00 ppm BAP menunjukkan perlakuan yang terbaik dalam persentase eksplan yang hidup dan persentase eksplan membentuk kalus.

DAFTAR PUSTAKA

Asikin D, Puspitaningtyas DM. 2000. Studi perkecambahan biji aren (*Arenga pinnata* (Wurm) Merr.) secara *in vitro* dan *in vivo*. Di dalam: *Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi III*. 2000

Maret 7- 9; Cibinong, Indonesia. Cibinong (ID). hlm 411-419.

Doods AH, Roberts LW. 1999. *Experiments in Plant Tissue Culture* 3rd Ed. Cambridge (GB). Cambridge University Press.

Harahap, P., Harahap, E.M., Harahap, D.E. and Harahap, F.S., 2018. Eksplorasi dan Identifikasi Tanaman Aren (*Arenga pinnata Merr*) di Kabupaten Tapanuli Selatan. *Jurnal Pertanian Tropik (Indonesian Tropical Agriculture Journal) accredited by KEMENRISTEK DIKTI No: 21/E/KPT/2018*, 5(3, Dec), pp.423-427.

Harahap, P., Harahap, M.K. and Harahap, F.S., 2019. Identifikasi Karakter Fenotip Daun Tanaman Aren (*Arenga pinnata Merr*) di Kabupaten Tapanuli Selatan. *Jurnal Pertanian Tropik (Tropical Agriculture Journal) accredited by KEMENRISTEK DIKTI No: 21/E/KPT/2018*, 6(3, Dec), pp.472-476.

George EF, Sherrington PD. 1984. *Plant Propagation by Tissue Culture: Handbook and Directory of Commercial Laboratories*. England (GB): Exegetic Ltd.

Gomez, K.A. and Gomez, A.A., 1995. Prosedur statistik untuk penelitian pertanian. *Edisi ke, 2*.

- Gunawan LW. 1987. *Teknik Kultur Jaringan*. Bogor (ID): Pusat Antar Universitas (PAU) IPB.
- Julianti, Reine Suci Wulandari, dan Herlina Darwati. 2013. Penambahan NAA dan BAP Terhadap Multiplikasi Subkultur Tunas Gaharu (*Aquilaria Malaccensis* Lamk). *Jurnal Hutan Lestari*.
- Karjadi, AK dan A. Buchori. 2007. Perkecambahan dan Perbanyakkan Gaharu secara *In Vitro*. *Jurnal Hort*.
- Rofik A, Murniati E. 2008. Pengaruh perlakuan deoperkulasi benih dan media perkecambahan untuk meningkatkan viabilitas benih aren (*Arenga pinnata* (Wurmb) Merr.). *Bul Agron*. 36: 33-40.
- Rozen, Nalwida. 1989. Pengaruh suhu awal perendaman terhadap pemecahan dormansi enau (*Arenga pinna/a* (Wumrb) Merr) dan pertumbuhan bibit dipersemaian. Tesis. Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang.
- Rusmin, Devi. 1992. Pengaruh lama pemberian periode gelap terhadap perkecambahan benih enau (*Arenga pinnata* (Wumrb) Men) dan pertumbuhan bibit di persemaian Tesis. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang.
- Masyudi, M.F. 1992. Pengaruh zat pengatur tumbuh 2,4- D dan BAP pada kultur jaringan biji padi rnasak panen, *dalam*; *Bulletin Pertanian*. Jakarta. 12 (1). P: 1 - 7.
- Moore, T.C. 1979. *Biochemistry and Physiology of plant hormones*. Springer-verlag, New York. 174 p.
- Murashige T, Huang LC. 1985. Organogenesis in vitro: structural, physiological, and biochemical aspects. Di dalam: *Biotechnology in International Agricultural Research. International Agricultural Research Center (IARCs) and Biotechnology*; 1984 April 23-27; Manila (PH): IRRI. hlm 227-240.
- Nisak, K., Tutik Nurhidayati, dan Kristanti I.Purwani. (2012). Pengaruh Kombinasi konsentrasi ZPT NAA dan BAP pada Kultur Jaringan Tembakau *Nicotiana tabacum* var. Prancak 95. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*
- Saleh MS, Wardah. 2010. Perkecambahan benih aren dalam kondisi terang dan gelap pada berbagai konsentrasi GA3. *J. Agrivigor*. 10:18-25.
- Satria, B. 1995. Perbanyakkan manggis (*Garcinia mangostana* L.) dengan menggunakan eksplan hipokotil .pada kombinasi dosis arang aktif dengan komposisi konsentrasi BAP dan NAA secara *in vitro*. Universitas Andalas Padang. 105 hal.
- Sirait D. 2010. Pengaruh skarifikasi bagian-bagian benih dan konsentrasi asam giberelat (GA3) terhadap perkecambahan benih aren (*Arenga pinnata* L.) [Skripsi]. Medan (ID): Universitas Sumatera Utara.
- Usman MA. 2006. Pengaruh tingkat kemasakan dan pematangan dormansi benih aren (*Arenga pinnata* (Wurmb.) Merr.) pada kondisi media yang berbeda [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor'
- Wattimena GA. 1988. *Zat Pengatur Tumbuh Tanaman*. Bogor (ID): Pusat Antar Universitas (PAU) IPB.
- Wattimena GA, Gunawan LW, Mattjik NA, Syamsudin E, Wiendi NMA, Ernawati A. 1992. Bogor (ID): Pusat Antar Universitas (PAU) IPB.
- Widyawati N, Tohari, Yudono P, Soemardi I. 2009. Permeabilitas dan perkecambahan benih aren (*Arenga pinnata* (Wurmb.) Merr). *J. Agron. Indonesia*. 37:152-158.