

**POTENSI PENGEMBANGAN AREN (*Arenga pinnata*) SEBAGAI
SUMBER ENERGI TERBARUKAN DI TAMAN HUTAN RAYA
WAN ABDURACHMAN PROVINSI LAMPUNG**

(Proposal Penelitian)



Oleh:

Duryat, S.Hut., M.Si

Drs. Afif Bintoro, M.P.

Dr. Ceng Asmarahman, S.Hut., MSc.

Dr. Melya Riniarti, SP, M.Si.

Trio Santoso, S. Hut., M. Sc.

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2021**

I. PENDAHULUAN

Kelangkaan energi telah memicu kenaikan dan ketidakstabilan harga minyak dunia. Hal ini terjadi karena saat ini kebutuhan energy dunia masih bergantung kepada bahan bakar fosil, dimana sekitar 88% konsumsi energi dunia masih didominasi oleh bahan bakar berbasis batu bara, minyak, dan gas. Konsumsi energy fosil dunia terus naik dengan kecepatan rata-rata 2% per tahun (Dahono, 2011). Data Badan Energi Internasional (IEA) tahun 2005 menunjukkan, sektor transportasi dunia menggunakan 1.473 juta ton bahan bakar yang terdiri dari 872 juta ton bensin dan 601 juta ton solar. Jika tak segera diminimalisir, efek rumah kaca akibat emisi pembakaran fosil akan semakin buruk, bahkan dapat menyebabkan kepunahan dunia. Jika konsumsi energi fosil terus bertambah atau minimal tidak menurun, suhu udara pada tahun 2100 akan meningkat 5,8° C (Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Tengah, 2012).

Kesadaran penduduk dunia akan keterbatasan energi fosil yang tidak terbarukan, serta dampak negative yang telah dirasakan akibat penggunaan energy fosil terhadap lingkungan hidup seperti polusi udara dari materi beracun seperti jelaga dan asam sulfat; polusi air laut akibat kecelakaan kapal tanker; dan terakhir adalah masalah pemanasan global akibat CO₂ yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil dan telah memberikan pengaruh yang besar kepada kebijakan energi di dunia. Masyarakat dunia kini mulai mencari solusi untuk mengatasi masalah kelangkaan energi fosil, sekaligus mengurangi dampak dari bencana pemanasan global. Biofuel menawarkan kemungkinan memproduksi energi tanpa meningkatkan kadar karbon di atmosfer. Penggunaan biofuel mengurangi pula ketergantungan pada minyak bumi serta meningkatkan keamanan energy.

Biofuel yang memiliki prospek sangat baik untuk dikembangkan di sabuk tropis yang lembab di Kawasan Asia Tenggara adalah bio-etanol. Penggunaan etanol sebagai bahan bakar mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan dengan BBM. Beberapa keunggulan tersebut antara lain: (a) kandungan oksigen yang tinggi mencapai 35% sehingga jika dibakar sangat bersih; (b) ramah lingkungan karena emisi gas karbon mono oksida lebih rendah yaitu sekitar 19—25% dibanding BBM sehingga tidak

memberikan kontribusi pada akumulasi karbon dioksida di atmosfer, dan bersifat terbarukan, sedangkan BBM akan habis karena berbahan baku fosil; (c) sumber daya yang dapat diperbaharui (*renewable resource*) (Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Perkebunan. 2009).

Salah satu tanaman yang sangat potensial sebagai penghasil bio-etanol adalah Aren (*Arenga pinnata*). Nira aren dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan bio-ethanol karena kandungan gulanya yang dapat ditransformasi menjadi alkohol. Dibanding tanaman penghasil bioetanol lain, aren memiliki keunggulan karena tidak seperti p bio etanol aren tidak memproduksi nitrous oxide (N₂O) Hasil penelitian Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Perkebunan (2009) menunjukkan bahwa secara rata-rata satu tanaman aren dapat menghasilkan 200 liter bio etanol per tahun.

Selain berpotensi sebagai penghasil bio-etanol, secara ekologis aren memiliki keunggulan sebagai tanaman konservasi. Tanaman aren bisa hidup berdampingan dengan pohon lain, aren bisa bertumbuh subur di tengah pepohonan dan semak-semak. Karenanya untuk penanaman aren tidak diperlukan kegiatan *land clearing*, aren adalah jenis pohon yang ramah lingkungan. Dengan akarnya sedalam enam sampai delapan meter, pohon aren sangat efektif menarik dan menahan air. Aren bisa tumbuh di dataran, lereng bukit, dan gunung lebih lanjut Pohon aren dengan perakaran yang melebar sangat bermanfaat untuk mencegah terjadinya erosi tanah. Demikian pula dengan daun yang cukup lebat dan batang yang tertutup dengan lapisan ijuk, akan sangat efektif untuk menahan turunnya air hujan yang langsung kepermukaan tanah. (Sekorakyat, 2012).

Pemilihan jenis aren sebagai tanaman budidaya pada lahan hutan kemasyarakatan di wilayah Asia Tenggara dimana populasi penduduk sangat besar, dengan tingkat kemiskinan dan pengangguran yang tinggi, serta merupakan wilayah dengan tingkat pencemaran lingkungan yang tinggi, merupakan pilihan yang sangat tepat dengan beberapa pertimbangan: (1) sifat aren sebagai tanaman konservasi; (2) aren memiliki nilai ekonomis yang sangat tinggi karena hampir seluruh bagian tanaman dapat dimanfaatkan; (3) budidaya aren menyerap tenaga kerja dalam jumlah besar, sehingga sangat sesuai untuk tujuan penyerapan angkatan kerja yang sangat besar di wilayah asia

tenggara. Budidaya aren dengan tujuan untuk memproduksi bahan bakar pengganti fosil juga diharapkan akan menurunkan tingkat pencemaran.

Taman Hutan Raya Wan Abdurahman Propinsi Lampung (Tahura WAR) merupakan salah satu wilayah percontohan hutan kemasyarakatan (HKM) yang ada di Indonesia. Pada tahun 1998 wilayah ini dijadikan salah satu pilot project penerapan kebijakan HKM pada daerah penyangga kawasan lindung, dengan total area seluas 9.495 hektar. Secara klimatis, topografis, dan edafis, wilayah ini merupakan tempat tumbuh yang sesuai sebagai tempat tumbuh aren. Secara klimatis curah hujan di wilayah Tahura WAR rata-rata 2.422 mm per tahun. Suhu udara berkisar antara 24C-26C dengan ketinggian tempat 300—1240 meter diatas permukaan laut (Kementrian Kehutanan Republik Indonesia, 2007). Kondisi tempat tumbuh tersebut sangat ideal sebagai habitat aren yang memerlukan syarat pada ketinggian antara 9 – 2000 m dpl dengan curah hujan lebih dari 1.200 mm setahun. Secara edafis, aren tumbuh dengan baik pada tempat tumbuh antara garis lintang 200 LU – 110 LS. Tanaman ini tidak membutuhkan kondisi tanah yang khusus dan tidak memerlukan pemeliharaan yang intensif, dapat tumbuh pada tanah liat, berlumpur dan berpasir, (Balai Penelitian Tanaman Palma, 2010).

Keberhasilan budidaya aren di zona penyangga Tahura WAR akan berdampak sangat besar terhadap kesejahteraan masyarakat desa hutan khususnya. Keberadaan kawasan hutan yang terjaga juga akan memberikan jaminan ketersediaan air bagi penduduk Kota Bandar Lampung karena Tahura WAR adalah sumber utama air konsumsi penduduk di kota ini. produksi bio-etanol dari tanaman aren diharapkan mampu menjadi solusi kelangkaan bahan bakar di Provinsi Lampung dan di Indonesia pada umumnya. Keberhasilan budidaya aren di wilayah konservasi diharapkan akan memberikan motivasi dan contoh bagi pengintegrasian kepentingan ekonomi dan ekologi dalam pengelolaan kawasan hutan di Indonesia dan Kawasan Asia Tenggara pada umumnya. Keberhasilan peningkatan penyerapan karbon (*carbon sink*) melalui budidaya aren, serta penggunaan bahan bakar bio etanol yang ramah lingkungan akan mengurangi dampak pemanasan global dan meningkatkan kualitas lingkungan hidup bagi seluruh masyarakat dunia.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui lokasi-lokasi di tahura WAR yang memiliki kualitas tempat tumbuh yang sangat sesuai, sesuai, dan sesuai dengan perlakuan khusus untuk budidaya tanaman aren sebagai bahan baku bio etanol;
2. Menginventarisasi pohon-pohon yang memiliki genetik unggul berdasarkan produktivitasnya dalam menghasilkan nira;
3. Mengetahui rendemen bio etanol dari nira yang dihasilkan oleh pohon-pohon bergenetik unggul;
4. Mengetahui kapasitas produksi total bio etanol dari seluruh kawasan tahura WAR.

Luaran yang Diharapkan

Luaran yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Peta kesesuaian lahan, (lokasi dan luas areal yang sangat sesuai, sesuai, dan sesuai dengan perlakuan khusus) untuk budidaya tanaman aren di areal Tahura WAR ;
2. Diketuinya pohon-pohon bergenetik unggul yang memiliki produktivitas nira tinggi;
3. Didapatkannya sumber benih dari pohon-pohon plus yang dipilih berdasarkan pada tingginya produktivitas pohon dan besarnya rendemen bio etanol dari nira yang diproduksi;
4. Volume produksi bio etanol yang dapat dihasilkan dari kawasan Taman Hutan Raya Wan Abdurrahman, dalam rangka mensubstitusi bahan bakar fosil.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Aren sebagai Sumber Energi Alternatif

Agrofuel muncul sebagai alternatif, bahan nabati ternyata tak hanya bermanfaat sebagai bahan pangan, tetapi juga dapat diolah menjadi bahan bakar biofuel atau biodiesel yang kualitasnya bahkan jauh lebih baik dibanding bahan bakar minyak fosil. Selain itu, biofuel pun ternyata memiliki emisi karbon yang sangat rendah, sehingga lebih ramah lingkungan. Pemakaian bahan bakar fosil harus segera dicarikan pengganti. Industri agrobisnis mulai dibuka besar-besaran demi meraih target pasokan biofuel. Produksi biodiesel negara-negara Uni Eropa meningkat cepat dari 1 miliar liter pada tahun 2000 menjadi 4,5 miliar liter pada tahun 2006. Produksi bioetanol dunia juga meningkat cepat: dari 30 miliar liter menjadi 46 miliar liter pada periode yang sama. Ditargetkan pada tahun 2010 produksi bioetanol dunia akan mencapai 54 miliar liter atau setarasatu persendari konsumsi energi fosil dunia pada tahun tersebut (Balai Penelitian Tanaman Palma, 2010).

Dibandingkan dengan sumber bioetanol dari bahan nabati lain, aren memiliki beberapa keunggulan. Hasil penelitian terbaru menyatakan bahwa kadar nitrous oxide (N₂O) yang dihasilkan oleh biofuel dari kanola, tebu, kedelai, maupun jagung justru dapat memperparah efek global warming. Selain itu produksi yang dihasilkan jauh lebih sedikit daripada bahan yang digunakan. Jagung memproduksi bioetanol sebanyak 6.000 liter per hektar per tahun, singkong 2.000 liter, biji sorgum 4.000 liter, sedangkan jerami padi, dan ubijalar 7.800 liter. Ada tanaman yang lebih potensial dan produktif dibanding lainnya, yakni pohon aren atau enau, yang ternyata banyak tumbuh di Indonesia (Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Tengah, 2012).

Aren (*Arenga pinnata*) termasuk suku Aracaceae (pinang-pinangan), merupakan tumbuhan berbiji tertutup (*angiospermae*). Tanaman aren banyak terdapat mulai dari India, Bangladesh, Burma, Thailand, Laos, Vietnam, Indonesia, Malaysia, Hawaii Philipina, Guam, dan kepulauan Pasific. Tanaman aren mulai dapat disadap setelah berumur 5 tahun. Aren memproduksi 40.000 liter ethanol per hektar per tahun. Selain itu, tanaman jenis palma ini memiliki segudang kelebihan yang tak tertandingi.

Tanaman aren tidak membutuhkan pemupukan dan tidak terserang hama ataupun penyakit yang mengharuskan penggunaan pestisida sehingga aman bagi lingkungan. Tidak seperti singkong dan tebu yang dipanen 3-4 bulan sekali, aren dapat dipanen sepanjang tahun. Menurut Kepala Bagian Jasa Iptek Puslit kimia LIPI, Dr. Hery Haeruddin, dalam satu hektar tanah bisa ditanami 75-100 pohon. Satu pohon aren mampu menghasilkan hingga 20 liter nira per hari. Sedangkan untuk menghasilkan satu liter bioetanol diperlukan sekitar 15 liter nira. Tanaman jenis palma ini produktif hingga 6-8 tahun (Balai Penelitian Tanaman Palma, 2010)..

Taman Hutan Raya Wan Abdurrahman

Tahura WAR ditetapkan sebagai lokasi proyek percontohan Hutan Kemasyarakatan (HKm) berdasarkan SK Menhut No.667/Kpts-II/1998. Tahura WAR memiliki luas 22.249,31 hektar. Tahura WAR memiliki puncak tertinggi setinggi 1.600 meter di atas permukaan laut. Vegetasi Tahura WAR terdiri atas hutan alam (37,06%), belukar (25,90%), alang-alang (3,5 %), dan kebun atau ladang (32,76%). Pengelolaan kawasan ini dibagi ke dalam dua blok yaitu blok perlindungan dengan luas 11.150 hektar dan blok pemanfaatan dengan luas 11,099 hektar (Kementerian Kehutanan Republik Indonesia, 2007)

Terdapat 47 titik pemukiman yang berada di dalam kawasan tahura WAR. Berdasarkan sensus penduduk tahun 2002, terdapat 23.489 kepala keluarga yang tinggal di dalam kawasan Tahura WAR. Penduduk yang tinggal di dalam kawasan tahura pada umumnya adalah masyarakat desa hutan yang hidupnya sangat tergantung pada hutan dan hasil hutan Tahura WAR (Kementerian Kehutanan Republik Indonesia, 2007).

Faktor Tempat Tumbuh

Faktor-faktor tempat tumbuh dapat dibagi menjadi faktor-faktor yang berpengaruh secara langsung dan faktor-faktor yang berpengaruh secara tidak langsung. Faktor-faktor yang berpengaruh secara langsung misalnya radiasi matahari, kelembaban, dan air tanah. Faktor-faktor yang berpengaruh secara tidak langsung misalnya lereng dan flora serta fauna yang mempengaruhi vegetasi hutan, terutama efeknya terhadap faktor-faktor yang berpengaruh secara langsung. Faktor-faktor tempat tumbuh dapat dibagi

menjadi empat golongan, yaitu faktor klimatis, faktor fisiografis, faktor edafis, dan faktor biotis (Soekotjo 1976).

Faktor edafis adalah faktor-faktor yang berhubungan dengan keadaan tanah. Faktor-faktor yang secara langsung memengaruhi vegetasi hutan adalah tekstur atau susunan partikel tanah, air tanah, temperatur tanah, dan unsur-unsur hara yang terkandung di dalam tanah. Efek dari faktor ini dapat dilihat dari perbedaan vegetasi yang tumbuh di atasnya, seperti perbedaan vegetasi yang tumbuh di tanah liat dan tanah pasir (Soekotjo 1976).

Tanah merupakan bagian dari litosfer yang teratas, dan merupakan lapisan yang paling tipis dibandingkan seluruh tebal litosfer. Namun demikian peranan tanah dalam kelangsungan hidup di muka bumi sangat penting. Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas tanah dapat secara langsung terkait dengan segala sesuatu yang dipengaruhi oleh tanah, seperti tanaman dan air. Dari sisi sifat kimia tanah, faktor-faktor yang dapat digunakan sebagai indikator kualitas tanah adalah kemasaman tanah, kandungan garam mineral, dan kapasitas tukar kation (Purwowidodo 1998).

Faktor tanah mempunyai peran untuk memenuhi berbagai kebutuhan hidup tanaman, seperti memberi dukungan mekanis dan menjadi tempat berjangkarnya akar, menyediakan ruang untuk pertumbuhan dan perkembangan akar, menyediakan udara (oksigen) untuk respirasi, menyediakan air dan hara dan sebagai media terjadinya saling tindak (interaksi) antara tanaman dengan jasad tanah (Purwowidodo 1998).

Akar-akar tumbuhan berkembang terutama pada bagian tubuh tanah yang mudah diterobos, pasokan air, hara, dan udara yang tinggi, yaitu solum tanah. Tanah-tanah bersolum tebal dengan watak fisik dan kimiawi yang kondusif, memungkinkan untuk mendukung tegak dan berkembangnya secara optimum pohon-pohon berukuran raksasa. Sedangkan pada tanah-tanah bersolum tipis hanya memungkinkan mendukung pohon-pohon kecil dengan pertumbuhan tidak normal, atau tumbuhan yang hidup bukan berupa pohon, melainkan rerumputan atau semak belukar (Purwowidodo 1998).

Faktor klimatis adalah faktor-faktor yang berhubungan dengan keadaan atmosfer yang berpengaruh terhadap kehidupan tanaman. Pengaruh faktor ini dapat terasa secara regional maupun lokal. Keadaan atmosfer yang menentukan iklim regional dan lokal terutama berhubungan dengan temperatur, air, dan cahaya. Faktor-faktor yang menentukan ini adalah radiasi matahari, temperatur udara, kelembaban udara dan presipitasi, serta dapat ditambahkan pula, angin dan petir (Soekotjo 1976).

Faktor fisiografis merupakan keadaan yang secara tidak langsung mempengaruhi vegetasi hutan melalui efeknya terhadap faktor-faktor yang berpengaruh langsung. Faktor-faktor tersebut antara lain ketinggian tempat (altitude) kemiringan lereng (slope) dan arah menghadap lereng (aspek). Ketinggian tempat sangat mempengaruhi iklim antara lain suhu udara dan kelembaban (Bonggers dan Streck, 1998). Kemiringan lereng sangat mempengaruhi kualitas tempat tumbuh. Menurut Doolite (1957) dalam Sudomo (1984), kualitas tempat tumbuh akan menurun seiring dengan meningkatnya persentase lereng pada daerah yang ditumbuhi oleh tegakan Searlet dan Black Oak. Pengaruh arah lereng terhadap tempat tumbuh berkaitan dengan intensitas cahaya matahari yang diterima oleh tumbuhan. Pada umumnya arah lereng menghadap Utara dan Timur cenderung memberikan kualitas tempat tumbuh yang lebih baik dibanding lereng yang menghadap ke Selatan dan Barat (Duryat 2007).

Ketinggian tempat merupakan peubah yang pengaruhnya tidak langsung terhadap pertumbuhan dan produksi pohon. Menurut Rochidayat dan Sukowi (1979) dalam Sulistyono (1995) tinggi tempat berpengaruh terhadap suhu udara dan intensitas cahaya. Suhu dan intensitas cahaya akan semakin kecil dengan semakin tingginya tempat tumbuh. Keadaan ini menyebabkan berkurangnya penyerapan (absorpsi) hara dari udara. Berkurangnya suhu dan intensitas cahaya dapat menghambat pertumbuhan karena proses fotosintesis terganggu. Pengaruh tinggi tempat terhadap pertumbuhan pohon terjadi secara tidak langsung, artinya perbedaan ketinggian tempat akan mempengaruhi keadaan lingkungan tempat tumbuh pohon terhadap suhu, kelembaban, oksigen di udara dan keadaan tanah (Duryat, 2007).

Ketinggian tempat sangat mempengaruhi iklim, terutama curah hujan dan suhu udara. Curah hujan berkorelasi positif dengan ketinggian, sedangkan suhu udara berkorelasi negatif. Di daerah pegunungan dimana curah hujan lebih tinggi dengan suhu lebih

rendah, kecepatan penguraian bahan organik dan pelapukan mineral berjalan lambat. Sebaliknya di dataran rendah penguraian bahan organik dan pelapukan mineral berlangsung cepat. Karena itu di daerah pegunungan keadaan tanahnya relatif lebih subur, kaya bahan organik dan unsur hara jika dibandingkan dengan tanah di dataran rendah (Djayadiningrat 1990).

Kelerengan akan berpengaruh terhadap laju aliran permukaan. Semakin besar derajat kelerengan, maka kecepatan dari aliran permukaan juga akan semakin tinggi. Aliran permukaan yang cepat akan membawa partikel-partikel tanah terutama partikel liat, debu, serta bahan organik tanah yang memiliki kapasitas tinggi untuk melakukan pertukaran ion. Hilangnya partikel-partikel tanah tersebut akan menurunkan kesuburan dan kapasitas menahan air tanah. Pada umumnya semakin tinggi derajat kelerengan lahan juga akan semakin menurunkan ketebalan solum tanah, sehingga akan berpengaruh terhadap produktivitas lahan (Duryat, 2007).

Arah menghadap lereng memiliki korelasi dengan produktivitas lahan. Semakin besar sudut aspek dari arah timur, pada umumnya produktivitas akan semakin berkurang. Hal ini disebabkan karena arah lereng yang menghadap Timur ke arah Utara akan cukup mendapat cahaya matahari pagi yang baik bagi pertumbuhan dan produksi tanaman. Semakin besar sudut aspek dari arah Timur ke arah Utara, berarti cahaya matahari pagi yang diperoleh tanaman akan semakin berkurang, sehingga produksi pohon akan lebih rendah.

Energi matahari merupakan peubah yang amat penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Kualitas, intensitas, dan lama pancaran cahaya semuanya penting. Hasil berbagai studi menunjukkan bahwa spektrum penuh sinar matahari umumnya sangat berkorelasi terhadap pertumbuhan tanaman, demikian pula halnya dengan kualitas cahaya. Lama penyinaran matahari turut pula memegang peranan penting terhadap pertumbuhan tanaman (Nyakpa dkk. 1988).

Pohon Induk

Sumber benih adalah Suatu tegakah hutan baik hutan alam maupun hutan tanaman yang ditunjuk atau dibangun khusus untuk dikelola guna memproduksi benih bermutu.

Pohon induk adalah suatu pohon yang berada pada hutan alam dimana benih atau bahan vegetatifnya diambil untuk dikembangkan. Pohon plus adalah pohon yang diseleksi berdasarkan satu atau lebih kriteria seleksi. Kriteria seleksi tergantung jenisnya dan tujuan akhir pemanfaatan pohon (Menteri kehutanan Republik Indonesia, 2001).

Benih yang bermutu baik harus dipanen dari pohon yang telah berumur tua atau minimal telah menghasilkan buah 3 – 5 kali. Secara umum pohon yang belum mencapai 3 kali musim berbuah, biasanya menghasilkan benih/biji dengan persen kecambah yang rendah dan kemampuan tumbuh yang rendah. Syarat lain adalah benih harus berasal dari tanaman yang sehat; memiliki performance pertumbuhan tanaman yang baik; posisi atau letak pohon induk benih harus mendapat cahaya matahari pagi (Matinahoru, 2007)

Benih bermutu adalah benih yang mampu berkecambah dalam kondisi yang cukup baik. Benih yang bermutu juga harus mampu menghasilkan bibit yang berkualitas tinggi, yaitu dapat tumbuh dengan baik serta tahan terhadap kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan. Banyak faktor yang mempengaruhi mutu suatu benih, antara lain (Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. 1997);

1. Sumber benih; benih yang diambil dari pohon induk yang mempunyai penampakan dan genetik yang baik, diharapkan akan mempunyai kualitas benih yang baik pula.
2. Tingkat kemasakan benih pada waktu pemanenan; untuk menghasilkan benih yang bermutu, pemanenan atau pengumpulan benih harus dilakukan setelah benih tersebut masak.
3. Penanganan pasca panen, antara lain meliputi kegiatan; pengangkutan, harus dilakukan secepatnya setelah benih tersebut dikumpulkan dengan cara yang benar, sesuai dengan jenis yang diekstrasi; sebelum disimpan, benih harus dikeringkan terlebih dahulu dengan cara pengeringan yang benar; disimpan pada tempat yang sesuai, misalnya; suhu dan kelembabannya tidak terlalu tinggi serta bebas dari gangguan maha dan penyakit dan penanganan lainnya.

III. METODOLOGI

Pemetaan Kesesuaian Tempat Tumbuh Aren

Pengumpulan data dan informasi. Pengumpulan data yang dilakukan meliputi data vektor berupa peta rupa bumi dan peta tematik. Data vektor yang dikumpulkan dari instansi-instansi terkait (Bakosurtanal, Departemen kehutanan, UPTD Taman Hutan Raya Wan Abdurrahman dan Bappeda. Data yang dibutuhkan meliputi peta kontur, peta jenis tanah, peta tutupan lahan, peta aliran sungai dan peta aspek. Peta-peta tersebut kemudian digitasi sehingga menjadi peta digital tematik yang dibutuhkan untuk analisis spasial kesesuaian lahan.

Analisis spasial. Analisis spasial ini adalah membuat model prosedur analisis keruangan dengan memanfaatkan fasilitas SIG. Analisis spasial menggunakan formula matematis sebagai berikut:

$$P(x) = f(\text{Abiotik}) + f(\text{Biotik})$$

$P(x)$ = daerah potensial untuk budidaya aren

Dalam menentukan tingkat kesesuaian lahan ditentukan dengan metode pengharkatan dengan mengambil beberapa parameter serta pembobotan berdasarkan *expert adjustment* dalam menentukan tingkat kesesuaiannya. Pertama, penetapan persyaratan (parameter dan kriteria), pembobotan (bedasarkan *expert adjustment*) dan scoring. Parameter yang menentukan diberikan bobot terbesar sedangkan kriteria, (batas-batas) yang sesuai diberikan skor tertinggi. Nilai kesesuaian lahan merupakan perkalian antara skor dan bobot (skor terbobot)

Parameter, bobot dan skor sistem penilaian masing-masing kesesuaian lahan disajikan dalam bentuk matriks kesesuaian lahan. Kedua perhitungan nilai peruntukkan lain, penghitungan kesesuaian dilakukan dengan mengalikan bobot dengan skor, untuk sesuai (skor 3), sesuai bersyarat (skor 2) dan tidak sesuai (skor 1). Ketiga, pembagian kelas lahan. Berdasarkan perkalian bobot dan skor tersebut pembagian kelas lahan dan nilainya dalam penelitian ini dibagi dalam tiga kelas yaitu Kelas S1: Sesuai; Kelas S2

: Sesuai bersyarat dan Kelas N: Tidak sesuai. Kesesuaian lahan untuk budidaya aren dirancang melalui model matematis berikut:

$$KTT = \alpha\% (\text{skor altitude}) + \beta\% (\text{skor jenis tanah}) + \gamma\% (\text{skor kelerengan lahan}) + \delta\% (\text{skor aspek}) + \varepsilon\% (\text{skor tutupan lahan}) + \zeta\% (\text{skor jarak dari aliran sungai/sumber air})$$

Keterangan:

KTT = Kesesuaian tempat tumbuh

$\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon, \zeta$ = bobot masing masing parameter berdasarkan adjustment dari beberapa ahli

Inventarisasi Aren Bergenetik Unggul

Metode yang digunakan adalah inventarisasi hutan arahan (*terestris*), atau pengumpulan data mengenai potensi tegakan sumber benih aren dengan cara penjelajahan atau pencacahan langsung dilapangan dibantu dengan pemilik sumber benih aren untuk menunjukkan lokasi-lokasi sumber tegakan benih aren. Metode ini digunakan karena populasi tegakan sumber benih aren yang penyebarannya tidak merata dan sekaligus penting untuk melihat dari dekat keadaan suatu sumber tegakan benih.

Pengukuran produktivitas nira dari tanaman-tanaman bergenetik unggul dilakukan dengan metode pengukuran secara langsung dengan gelas ukur. Produksi nira diukur dua kali sehari (pagi dan sore hari) selama enam bulan, sehingga dapat diketahui adanya perbedaan produksi antara musim kemarau dan musim penghujan.

Pengukuran Rendemen

Pengukuran rendemen bio etanol dari nira aren dilakukan dengan menghidrolisis sampel nira aren pada kondisi optimum. Sampel terhidrolisis kemudian difermentasi pada kondisi optimum untuk proses perkembangbiakan bakteri, sehingga akan dihasilkan persentase alkohol yang optimum. Hasil fermentasi yang terbentuk kemudian disaring, filtratnya didestilasi, kemudian diukur kadar alkoholnya dengan menggunakan alkohometer.

Estimasi Potensi Produksi Bio Etanol

Estimasi produksi total bio-etanol dari kawasan tahura WAR dilakukan dengan pemodelan produksi total nira dengan mengasumsikan jika seluruh lahan berkategori sangat sesuai, dan sesuai ditanami aren dengan kerapatan yang optimal menggunakan bibit unggul lokal hasil inventarisasi. Pemodelan ini didasarkan pada peta kesesuaian lahan dan potensi produksi bibit unggul lokal hasil inventarisasi. Produksi bio-etanol diduga dengan mengalikan produksi total nira dengan besarnya rendemen yang didapatkan dari hasil pengukuran rendemen bio etanol.

IV. BIAYA DAN JADWAL PENELITIAN

4.1. Anggaran Biaya

Untuk merealisasikan penelitian di atas diperlukan anggaran biaya penelitian sebesar Rp 10.000.000,- (sepuluh Lima Juta Rupiah). Rincian anggaran biaya penelitian disajikan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Anggaran Biaya Penelitian

No	Komponen Pembiayaan	Satuan	Vol	Harga Satuan	Nilai
Kesekretariatan dan bahan habis pakai					
1.	ATK	Paket	1	175.000	175.000
2.	Biaya perizinan	Paket	1	150.000	150.000
3.	Bahan Habis pakai	Paket	1	200.000	200.000
Sub Total Kesekretariatan dan bahan habis pakai					625.000
Transportasi dan akomodasi					
1.	Sewa mobil, Supir, bensin	hari	2	500.000	1.000.000
2.	Akomodasi 3 orang peneliti	hari	6	150.000	900.000
Sub Total Transportasi dan akomodasi					1900.000
Sewa alat					
1.	<i>Multiple Impinger.</i>	hari	2	400.000	800.000
2.	<i>Dust Sampel Hi-Vol</i>	hari	2	100.000	200.000
3.	<i>Gas Sampelr NDIR Analyzer</i>	hari	2	100.000	200.000
4.	<i>Gas SampelrSpektrofotometer</i>	hari	2	100.000	200.000
5.	<i>Gas SampelrSpektrofotometer</i>	hari	2	100.000	200.000
6.	<i>Gas Chromatography</i>	hari	2	100.000	200.000
7.	Hi - Vol	hari	2	100.000	200.000

No	Komponen Pembiayaan	Satuan	Vol	Harga Satuan	Nilai
Sub Total Sewa Alat					2.000.000
Biaya Analisis Laboratorium					
1.	CO	Sampe 1	2	55.000	110.000
2.	NO ₂	Sampe 1	2	55.000	110.000
3.	SO ₂	Sampe 1	2	55.000	110.000
4.	O ₃	Sampe 1	2	75.000	150.000
5.	Partikel Debu (TSP)	Sampe 1	2	55.000	110.000
6.	PM ₁₀	Sampe 1	2	80.000	160.000
Sub Total Biaya Analisis Laboratorium					920.000
Biaya Pelaporan dan Publikasi					
1.	Analisis data	Paket	1	200.000	200.000
2.	Seminar dan publikasi ilmiah	Paket	1	500.000	500.000
3.	Pencetakan dan penggandaan laporan	Paket	1	100.000	100.000
Sub Total Biaya Pelaporan dan Publikasi					800.000
Total Biaya					10.000.000

4.2. Jadwal Penelitian

Jadwal kegiatan dalam penelitian ini sebagaimana disajikan pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Jadwal Kegiatan Penelitian

Kegiatan	Waktu (Bulan ke)					
	1	2	3	4	5	6
Pengurusan izin penelitian	■					
Pra Survei	■					
Persiapan Survei/Turun Lapang:						
- Pengumpulan data sekunder		■				
Survei/Turun Lapang:						
- Pengumpulan data			■			
Pengolahan dan analisis data				■		
Penyusunan laporan akhir					■	■
Penulisan manuskrip jurnal dan seminar						■
Penyerahan laporan akhir						■

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. 1997. Ensiklopedi Kehutanan Indonesia. Departemen Kehutanan Republik Indonesia. Jakarta.
- Balai Penelitian Tanaman Palma. 2010. Varietas Unggul Aren Genjah Kultim. http://balitka.litbang.deptan.go.id/index.php?option=com_content&view=article&id=157%3Avarietas-unggul-aren-genjah-kutim-awal-kebangkitan-tanaman-aren-&catid=37%3Aberita&Itemid=160&lang=en. Diakses pada tanggal 1 April 2012.
- Bonggers, F dan Streck , F.J. 1998. Architecture and Development of Rain Forest Trees: Response to Light. Dynamic of Tropical Communities. Blackwell Science. Oxford. Dahono, P.A. 2011. Jaman Fossil. LPKEE student,s Blog diambil dari <http://konversi.wordpress.com/2011/05/01/jaman-fossil>) diakses pada tanggal 24 Mei 2012
- Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Tengah. 2012. Budidaya dan Potensi Pengembangan Tanaman Aren. http://dinhut.jatengprov.go.id/www/mod.php?mod=userpage&menu=908&page_id=16. Diakses pada tanggal 1 April 2012.
- Djajadiningrat, S.T. 1990. Kualitas Lingkungan Hidup di Indonesia 1990. Kantor Menteri Kependudukan dan Lingkungan Hidup Republik Indonesia. Jakarta.
- Duryat. 2007. Pengaruh Faktor Fisiografis terhadap Produksi Damar mata Kucing (*Shorea javanica* K et. V) di Pekon Pahmungan Kecamatan Pesisir tengah Kabupaten Lampung Barat. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Universitas Lampung.
- Kementrian Kehutanan Republik Indonesia. 2007. Taman Hutan Raya Wan Abdurachman Lampung. <http://www.dephut.go.id/index.php?q=id/node/597> diakses pada tanggal 2 April 2012.
- Matinahoru, J.M. 2007. Teknik Penentuan Pohon Induk Benih dan Koleksi Benih disampaikan pada Pelatihan Penanaman Hutan di Maluku & Maluku Utara – Ambon, 12 – 13 Desember 2007.
- Menteri Kehutanan Republik Indonesia, 2001. Surat Keputusan Menteri Kehutanan Nomor : 85/Kpts-II/ 2001 tentang Perbenihan Tanaman Hutan. Diambil dari <http://www.dephut.go.id/index.php?q=id/node/715> diakses pada tanggal 12 Mei 2012.

Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Perkebunan. 2009. Aren Sebagai Sumber energy Alternatif. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian vol 31 no.2 tahun 2009. ISSN 0216-4427

Purwowidodo. 1998. Mengenal Tanah Hutan (Penampang Tanah). Laboratorium Pengaruh Hutan Jurusan Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.

Sukorakyat. 2011. Keunggulan Konservasi Lahan dengan Tanaman Aren.
<http://sekorakyat.org/keunggulan-konservasi-lahan-dengan-pohon-aren.html>.
Diakses pada tanggal 15 Maret 2012.

Soekotjo, W. 1976. Silvika. Proyek Peningkatan/Pengembangan Perguruan Tinggi. Fakultas Kaehutanan IPB. Bogor.

Sulistyono. 1995. Pengaruh Tinggi Tempat terhadap (Pinus merkusii Jungh et de Vriese) di KPH Probolinggo Perum Perhutani Unit II Jawa Timur. Skripsi Jurusan Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.

Soedomo, S. 1984. Studi Hubungan Sifat-sifat Tanah dan Fisiografi dengan Peninggi Pinus merkusii Jungh. Et de Vriese. Tesis Magister sains pada Fakultas pascasarjana IPB. Bogor. Tidak dipublikasikan.