

PENDEKATAN EKONOMI DALAM PENGEMBANGAN SUATU METODOLOGI UNTUK PERKEBUNAN ENERGI PADA LAHAN KRITIS DI PULAU JAWA

Endang Suarna

Ahli Peneliti Muda Bidang Energi
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

Abstract

As a result of population pressure, deforestation in Java has increased considerably that causes an increase on critical land. The situation is worsened by increasing of kerosene and diesel prices that causes to an increase on fuelwood utilization that would lead to increase of illegal cutting. The increase of critical land could lead to increase of soil erosion, landslide, and flood as a result of a reduction in water absorption and soil retention. The Department of Forestry has initiated a reforestation program to ameliorate the situation. However, as the limited budget, the economics of the program needs to be examined further.

Based on benefit-cost ratios, economic contributions of the fuelwood component indicated that the reforestation program or energy plantation was economically unfeasible. However, by including benefits of soil erosion control the program was economically attractive on some sites. A methodology was developed to prioritize which critical land to reforest. This was applied by identifying market price of fuelwood at minimum yield that would justify an energy plantation investment. The method indicated that subject to budget availability, critical lands should be reforested in descending order of productive potential until the site of minimum yields is reached.

Kata Kunci: benefit-cost ratio, biomasa, perkebunan energi, lahan kritis, erosi off-site, pengendapan lumpur, dan pengerukan pelabuhan.

1. PENDAHULUAN

Biomasa yang terdiri atas kayubakar dan limbah pertanian merupakan sumber energi untuk memasak yang paling banyak dipergunakan oleh rumahtangga Indonesia. Biomasa juga merupakan sumber energi yang utama di Pulau Jawa sebagai pulau terpadat di Indonesia. Jumlah rumahtangga yang menggunakan kayubakar sebagai sumber energi untuk memasak di Jawa pada tahun 1980 mencapai 13,5 juta atau hampir 69 persen dari total rumahtangga (3). Dalam waktu 15 tahun atau pada tahun 1995, rumahtangga pemakai biomasa di pulau tersebut meningkat terus sehingga mencapai lebih dari 15 juta rumahtangga atau hampir 54 persen dari total rumahtangga (5) yang diperkirakan memerlukan biomasa sekitar 15 juta ton atau lebih dari 24 juta meterkubik (m^3) dengan asumsi rata-rata setiap rumah tangga terdiri atas 5 orang, efisiensi tungku biomasa 12,5 persen, serta setiap meter kubik biomasa terdiri atas 0,62 ton (2).

Sesuai dengan pertumbuhan penduduk, kebutuhan energi biomasa untuk memasak diperkirakan akan meningkat terus, dari tahun

1986 sampai 2011, kebutuhan tersebut diperkirakan akan meningkat dengan pertumbuhan 1,66 persen per tahun. Meskipun pertumbuhan kebutuhan biomasa tersebut tidak secepat pertumbuhan kebutuhan minyak tanah, gas, atau listrik; biomasa diperkirakan masih merupakan sumber energi yang utama di Indonesia dengan pertumbuhan setiap tahun setara dengan sekitar satu juta ton biomasa (2). Bahkan akhir-akhir ini, semakin meningkatnya harga bahan bakar minyak (BBM) seperti minyak tanah dan solar menyebabkan sebagian pemakai BBM tersebut pada sektor rumahtangga dan industri (sebagai contoh industri kapur dan genteng) beralih ke kayubakar yang menyebabkan semakin meningkatnya penggunaan kayubakar (9 dan 11). Selain itu, krisis ekonomi yang berkepanjanganpun telah menyebabkan sebagian penduduk desa di sekitar hutan mencari usaha tambahan dengan mencari kayubakar ke hutan untuk dijual (8) yang menambah peningkatan kebutuhan kayubakar tersebut. Selain hutan, kebun dan pekarangan juga merupakan sumber energi.

biomasa yang penting Meningkatnya kebutuhan kayubakar, sedangkan ketersediaan sumber energi biomasa semakin terbatas, menimbulkan kekhawatiran terhadap peningkatan terjadinya penebangan pohon secara liar. Penebangan pohon secara liar atau penghilangan vegetasi penutup tanah dapat mengurangi penyerapan air dan ketahanan tanah sebagai akibat peningkatan aliran air di permukaan tanah (1). Penebangan pohon juga dapat meningkatkan tingkat erosi tanah yang disebabkan oleh jatuhnya air hujan, pergerakan air permukaan, dan pergerakan angin (22). Hal tersebut dapat mengakibatkan terjadinya pengrusakan tanah (*soil degradation*) atau proses erosi yang terus menerus sehingga mengakibatkan berkurangnya tanah permukaan (*top soil*) dan penurunan konsentrasi zat hara dari tanah tersebut (14). Proses tersebut dapat mengakibatkan meningkatnya lahan kritis.

Total luas lahan kritis yang ada di dalam dan luar kawasan hutan di Indonesia dalam 10 tahun terakhir telah meningkat lebih dari tiga kali lipat, yaitu dari 6,79 juta hektar pada tahun 1989/1990 menjadi 23,73 juta hektar pada tahun 1999/2000 (4 dan 6). Meningkatnya lahan kritis tersebut dapat dihubungkan dengan meningkatnya populasi penduduk yang menyebabkan meningkatnya kebutuhan lahan pertanian dan jaringan infrastruktur, seperti pembangunan perumahan, bendungan, jaringan jalan dan jaringan listrik yang secara jelas telah mengurangi lahan berhutan atau bervegetasi. Kerusakan lahan di luar kawasan hutan juga terjadi sebagai akibat kurangnya perhatian terhadap kemampuan dan konservasi lahan. Bahkan di beberapa daerah, masalah lahan kritis tersebut lebih banyak disebabkan oleh penebangan liar, tidak terkendalinya penggunaan lahan, dan kebakaran hutan.

Bencana banjir dan longsor yang memakan korban jiwa dan harta di beberapa daerah Indonesia seperti Bandung, Mojokerto, dan Garut akhir-akhir ini tidak bisa lepas dari akibat meningkatnya lahan kritis yang disebabkan oleh terjadinya penebangan pohon atau vegetasi tanaman di sekitar atau daerah hulu sungai (10, 12, dan 13). Sebenarnya Departemen Kehutanan sudah berusaha mengatasi masalah tersebut melalui program reboisasi dan penghijauan,

namun keberhasilan program tersebut harus berkejaran dengan munculnya lahan kritis baru. Sehingga program tersebut hanya berhasil mengurangi perluasan lahan kritis, bukan berhasil memaksimalkan hasil. Program reboisasi tersebut dilakukan dengan menggunakan pohon yang tumbuhnya cepat (*fast growing trees*) seperti *Calliandra*, *Gliricidia*, dan *Leucaena*.

Penanaman pohon yang hasilnya diperuntukkan sebagai sumber energi yang dapat disebut juga sebagai *perkebunan energi* diperkirakan dapat merupakan suatu alternatif untuk memecahkan masalah pemenuhan sumber energi biomasa dan pengurangan meluasnya lahan kritis. Perkebunan energi tersebut mempunyai manfaat berganda, yaitu selain bermanfaat untuk memenuhi kebutuhan energi biomasa yang semakin meningkat, juga untuk pengendalian banjir, pengendalian erosi dan endapan, serta perbaikan produktifitas tanah (kesuburan tanah). Dampak terhadap perbaikan kualitas dan produktivitas tanah tersebut dapat bertambah dari daun-daun yang gugur ke tanah serta bila yang ditanam adalah dari famili *Leguminosae* dapat mengikat nitrogen, yaitu menambah nitrogen pada zat hara dalam tanah.

Oleh karena itu, perkebunan energi yang mempertimbangkan keuntungan ekonomi hanya dari produksi kayu bakar saja, kurang layak secara ekonomi; namun bila diperhitungkan manfaat lainnya seperti pengurangan dampak erosi tanah, program tersebut akan lebih layak secara ekonomis. Penelitian ini bertujuan untuk membantu dalam pemilihan lahan kritis yang perlu mendapat prioritas untuk ditanami terlebih dahulu karena dana yang tersedia terbatas, serta untuk menguji kelayakan ekonomis dari investasi pengadaan kayubakar dan sekaligus memperbaiki lingkungan yang meliputi pengendalian banjir dan longsor, serta perbaikan kesuburan tanah.

2. METODOLOGI

Pengembangan metodologi kelayakan ekonomi dari perkebunan energi pada lahan kritis didasarkan pada perhitungan *benefit cost ratio (B/C ratio)*, yaitu investasi untuk perkebunan energi yang layak secara ekonomi dilakukan bila B/C ratio sama dengan satu. Rumus yang dipergunakan dalam perhitungan adalah sebagai berikut.

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{n=0}^{\infty} \frac{R_n}{(1+i)^n}}{\sum_{n=0}^{\infty} \frac{C_n}{(1+i)^n}}$$

Keterangan:

R_n = pendapatan pada tahun ke-n

C_n = biaya pada tahun ke-n

i = interest rate per tahun

n = periode waktu (dalam tahun)

Prosedur membuat metodologi untuk membuat skala prioritas untuk perkebunan energi tersebut meliputi:

- a. Menghitung kelayakan ekonomi perkebunan energi berdasarkan keuntungan hanya dari produksi kayubakar pada tingkat harga pasar yang berbeda, yaitu harga-harga rendah, menengah, dan tinggi.
- b. Menghitung kelayakan ekonomi perkebunan energi berdasarkan dua keuntungan, yaitu keuntungan produksi kayubakar dan keuntungan pengurangan *erosi off-site*, seperti pengurangan biaya-biaya pengerukan pelabuhan, pengendapan lumpur pada irigasi, dan pengendapan pada waduk.
- c. Uji sensitifitas hasil minimum produksi kayubakar yang diperlukan pada tahun pertama berdasarkan serangkaian tingkat harga kayubakar yang meliputi harga-harga di atas dan di bawah harga pasar. Dalam pengujian tersebut, kedua keuntungan perkebunan energi seperti produksi kayu bakar dan pengurangan erosi sudah dimasukkan dalam perhitungan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

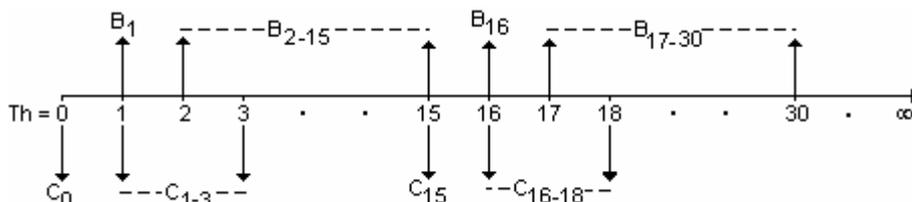
Perkebunan energi pada lahan kritis mempunyai banyak manfaat; antara lain peningkatan penyediaan sumber energi biomasa untuk masyarakat dan pencegahan perluasan lahan kritis adalah dua manfaat yang merupakan tujuan perkebunan energi tersebut. Analisa dimulai dengan mempertimbangkan kontribusi ekonomi dari komponen produksi kayubakar yang kemudian memasukan komponen stabilisasi tanah yang dijabarkan dalam bentuk pengurangan *erosi off site* yang meliputi erosi terhadap pengendapan lumpur pada irigasi,

pengerukkan pelabuhan, dan pengendapan pada waduk. Hasil analisa tersebut menyediakan sebuah metodologi yang menentukan skala prioritas sesuai dengan kelayakan ekonomi untuk memilih lahan kritis mana yang perlu didahulukan untuk ditanami dijadikan perkebunan energi.

3.1 Keuntungan Produksi Kayubakar

Dua alasan untuk memisahkan antara evaluasi komponen keuntungan produksi kayubakar dengan komponen keuntungan lain dari perkebunan energi. Pertama, kebutuhan kayubakar di Indonesia semakin meningkat yang disebabkan oleh meningkatnya jumlah penduduk pemakai kayubakar, baik pemakai kayubakar tetap, maupun pemakai kayubakar yang beralih dari bahan bakar minyak (BBM) ke kayubakar karena meningkatnya harga BBM. Oleh karena itu, analisa ekonomi untuk menentukan kelayakan ekonomis dari program perkebunan energi yang berkelanjutan perlu dilakukan. Kedua, pendekatan untuk mengetahui dampak kontribusi dampak lingkungan dari pengurangan erosi karena adanya perkebunan energi.

Jenis tanaman yang cocok dipergunakan dalam perkebunan energi adalah tanaman yang cepat tumbuhnya (*fast growing trees*). *Calliandra spp* yang merupakan salah satu jenis tanaman tersebut dipergunakan dalam penelitian. *Calliandra* adalah tanaman legum yang dibawa dari Amerika Tengah ke Indonesia pada tahun 1936 menjadi tanaman yang paling disukai untuk kayubakar di beberapa daerah di Jawa (15). Penduduk menyukai tanaman tersebut karena mudah tumbuh, cepat berproduksi, cepat bertunas, dan mudah dipanen. Tanaman tersebut juga mempunyai kemampuan untuk memperbaiki kualitas tanah melalui pengikatan nitrogen dan daun-daun yang gugur (16). Gambaran biaya dan hasil dari *Calliandra* yang ditanam dalam jangka waktu dua kali rotasi penanaman dapat dilihat pada Gambar 1.



Keterangan:
 $C_0 = C_{15}$ = biaya persemaian dan tanam =Rp4400000,-/ha.
 $C_{1-3} = C_{16-18}$ = biaya pemeliharaan =Rp200000,-/ha.
 $B_1 = 5 \text{ m}^3/\text{ha}$.
 $B_{2-15} = 15 \text{ m}^3/\text{ha}$.
 $B_{16} = 5,25 \text{ m}^3/\text{ha}$.
 $B_{17-30} = 15,75 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Gambar 1. Perkiraan Minimum Biaya dan Hasil dari *Calliandra* untuk Perkebunan Energi pada Lahan Kritis di Jawa.

Kemampuan tanaman untuk tumbuh pada tanah curam, lahan kritis, dan musim kering atau kemarau panjang menjadikan tanaman tersebut cocok untuk ditanam pada lahan miring dan kritis (16). Dalam rotasi 15 sampai dengan 20 tahun, tanaman tersebut dapat memproduksi kayubakar secara terus menerus, sejak satu tahun dari waktu penanaman dengan produksi 5-20 m³ per hektar. Setelah itu pada tahun-tahun berikutnya, pemangkasan cabang dan ranting tanaman setiap tahun dengan produksi 35 sampai dengan 65 m³ kayubakar dapat dilakukan sampai akhir rotasi 20 tahun (15).

Perkiraan konservatif produksi *Calliandra* yang dipergunakan dalam analisa setelah satu tahun ditanam adalah 5 m³ per hektar, yang diikuti produksi berikutnya 15 m³ per hektar setiap tahun sampai akhir rotasi pertama. Perkiraan konservatif tersebut didasarkan pada lahan kritis yang dipergunakan adalah lahan yang tidak subur, sehingga hasilnya minimal. Namun pada rotasi berikutnya, produksi *Calliandra* meningkat sekitar 5 persen yang disebabkan oleh peningkatan kesuburan tanah (21). Sementara itu, informasi biaya persemaian, tanam, dan pemeliharaan diperoleh dari Pasaribu (2003) yang didasarkan pada penanaman 1666 pohon per hektar dengan jarak tanam 2x3 meter (18).

Interest rate yang dipergunakan dalam perhitungan *benefit-cost ratio* (B/C ratio) perkebunan energi di Indonesia adalah dalam basis *interest rate* komersial sebesar 18 persen/tahun (23). Keuntungan kayubakar sebagai produksi perkebunan tersebut dihitung berdasarkan harga pasar di beberapa daerah di Pulau Jawa. Harga kayubakar tersebut bervariasi dari sekitar Rp65,- sampai dengan Rp125,- per kilogram (8 dan 11). Produksi kayubakar yang dihasilkan

dikonversi ke satuan berat dengan menggunakan berat jenis (BJ) rata-rata dari kayu *Calliandra* 0,62 (7) atau produksi kayubakar sebesar 620 kilogram akan diperoleh dari satu meterkubik kayu *Calliandra*.

Hasil perhitungan dari penentuan B/C ratio suatu perkebunan energi pada tingkat harga kayubakar yang berbeda di Jawa dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1
Benefit-Cost Ratio dari Perkebunan Energi di Jawa

Harga Kayubakar*)	B/C Ratio
Rp65,-/kg	0,57
Rp100,-/kg	0,87
Rp125,-/kg	1,09

Sumber: *) 8 dan 11

Berdasarkan B/C ratio, kelayakan ekonomi dari perkebunan energi sangat bergantung pada tingkat harga kayubakar, semakin tinggi harga kayubakar, semakin layak keekonomian suatu perkebunan energi tersebut. Pada tingkat harga kayubakar di bawah dan sampai Rp100,- per kilogram, perkebunan energi tidak layak secara ekonomi untuk dikembangkan pada lahan kritis. Namun pada tingkat harga kayubakar Rp125,- per kilogram, perkebunan energi pada lahan kritis tersebut akan lebih menarik secara ekonomi, sehingga akan mendorong suksesnya program perkebunan energi yang sekaligus dapat bermanfaat dalam menanggulangi bencana banjir dan longsor. Hasil tersebut diperoleh berdasarkan produksi kayubakar yang paling minimal, karena

ditanam pada lahan kritis dengan kesuburan tanah yang paling marginal. Penanaman perkebunan energi di lahan kritis yang lebih baik kesuburan tanahnya secara tidak langsung akan memperbaiki kelayakan ekonomis dari program tersebut, karena hasil produksi kayubakar per hektarnya akan lebih tinggi. Oleh karena itu, keberhasilan program perkebunan energi akan ditentukan oleh daya tarik dari keuntungan ekonomi dari produksi dan harga kayubakar.

3.1.1 Mengikuti Sertakan Keuntungan Pengendalian Erosi.

Perkebunan energi dengan penanaman *Calliandra* dari segi lingkungan akan sangat menguntungkan, karena dapat berdampak positif terhadap pengendalian erosi tanah. Erosi tanah dapat didefinisikan sebagai terlepasnya atau terangkutnya tanah dari satu tempat ke tempat lainnya (17). Meluasnya aliran erosi bergantung pada jenis tanah, cuaca, dan penggunaan lahan (20). Kehilangan tanah melalui erosi adalah merupakan proses yang membahayakan, karena bukan saja mengurangi produktivitas tanah, tetapi juga dimulainya proses degradasi atau pengrusakan tanah yang dapat berlanjut kepada pengurangan hasil di masa datang.

Degradasi tanah dapat didefinisikan pula sebagai suatu proses terbawanya tanah secara perlahan-lahan oleh erosi yang mengurangi kedalaman tanah, sehingga membawa akibat terhadap penurunan tanah permukaan dan konsentrasi zat hara dalam tanah. Masalah tersebut semakin meluas di Indonesia yang diperparah lagi dengan praktek pemanfaatan lahan yang salah akibat pertumbuhan populasi penduduk. Oleh karena itu, masalah keberadaan erosi tanah telah menjadi masalah serius di Pulau Jawa sebagai pulau terpadat tidak dapat disangkal dan tidak dapat dipungkiri (14).

Tidak seperti penyusutan aset modal suatu perusahaan, dampak ekonomi dari erosi tanah sulit untuk diukur secara langsung yang disebabkan oleh langkanya pasar tanah. Biaya erosi tanah juga merupakan sejumlah eksternalitas yang sukar diukur, namun suatu metodologi untuk memperkirakan biaya tersebut telah dikembangkan oleh Magrath dan Arens (1989) yang membagi dampak erosi tanah di Jawa dalam dua bagian. Pertama, komponen *on-site*, yaitu dampak erosi yang berhubungan dengan penurunan produktivitas tanah pertanian. Kedua, komponen *erosi off-*

site, yaitu dampak erosi yang berhubungan dengan akumulasi endapan lumpur pada pelabuhan, saluran irigasi, dan waduk. Sementara itu, dampak penting lain dari erosi *off-site* seperti banjir dan longsor sebagai akibat dari penggundulan hutan dan kesalahan penggunaan lahan, sangat sulit untuk dikuantifikasi.

Terbawanya tanah oleh erosi bergantung pada jenis tanah atau lahan yang dibedakan berdasarkan tanaman yang tumbuh di atas tanah tersebut yang masing-masing mempunyai ketahanan berbeda terhadap erosi. Jenis-jenis lahan tersebut adalah sawah, tegal, hutan, dan hutan terdegradasi. Lahan sawah biasanya mempunyai tingkat erosi yang rendah, namun pada beberapa sawah pengendapannya melebihi erosi. Sebaliknya lahan tegal biasanya terletak di lereng mempunyai tingkat erosi yang tinggi. Hutan adalah daerah hutan yang alami ataupun ditanami oleh tanaman tahunan mempunyai potensi erosi yang sedikit. Hutan terdegradasi atau hutan yang rusak termasuk hutan yang telah beralih fungsi, sedangkan kebun pekarangan biasanya mempunyai tingkat erosi sedang sampai tinggi.

Perkiraan jumlah kehilangan tanah yang terbawa oleh erosi setiap hektar setiap tahun menurut jenis penggunaan tanah di Jawa yang dibuat berdasarkan bantuan model *the universal soil loss equation* (24) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2
Perkiraan Kehilangan Tanah per Hektar Menurut Jenis Penggunaan Tanah di Jawa (ton/hektar)

Jenis Lahan	Jawa Barat	Jawa Tengah	Jawa Timur
*Tegal	144,3	133,3	76,0
*Hutan	10,4	5,4	4,4
*Hutan Rusak	100,4	115,5	50,8
*Sawah	0,8	0,4	0,3

Sumber: Diolah berdasarkan bahan dari Magrath and Arens (1989).

Tabel 2 memperlihatkan bahwa tegal merupakan lahan yang paling mudah terbawa erosi, sehingga mempunyai tingkat kehilangan tanah per hektar yang paling besar, sedangkan sawah merupakan lahan yang mempunyai tingkat kehilangan tanah paling kecil, bahkan banyak sawah

mempunyai tingkat pengendapan yang lebih tinggi daripada tingkat erosinya. Sementara itu, tingkat kehilangan tanah oleh erosi setiap hektar pada hutan dapat dikatakan kecil. Sementara itu tingkat kehilangan tanah pada hutan rusak atau tergradasi termasuk hutan yang beralih fungsi menjadi lahan pertanian atau perladangan, tingkat kehilangan tanah setiap hektar oleh erosi relatif besar.

Tegal dapat dianalogikan dengan lahan kritis atau tanah tandus, sehingga evaluasi perkebunan energi dapat diarahkan pada lahan kritis tersebut. Pada tahap pertama, jumlah tanah yang diselamatkan dari erosi dengan penanaman *Calliandra* pada lahan tegal dapat diasumsikan sebagai perbedaan tanah yang hilang terbawa erosi antara dari lahan tegal dan dari lahan hutan. Penanaman *Calliandra* pada lahan tersebut mengakibatkan terjadinya konversi lahan tegal menjadi hutan, sehingga dapat menyelamatkan tanah terbawa erosi sebagai berikut:

- Jawa Barat akan menyelamatkan 133,9 ton tanah/hektar/tahun
- Jawa Tengah akan menyelamatkan 127,9 ton tanah/hektar/tahun
- Jawa Timur akan menyelamatkan 71,6 ton tanah/hektar/tahun.

Bila jumlah tanah yang terselamatkan dibagi oleh perkiraan total kehilangan tanah karena erosi setiap tahun yang diperlihatkan pada Tabel 3, akan diperoleh persentase kehilangan tanah yang terselamatkan sebagai akibat penanaman satu hektar tanaman pada tegal atau lahan kritis di Jawa. Kemudian persentase tersebut dikombinasikan dengan biaya erosi off-site di Jawa pada Tabel 4 untuk menghitung keuntungan setiap tahun dari penanaman pohon pada lahan kritis yang berdampak terhadap pengurangan

Tabel 4.

Perkiraan Biaya Erosi off-site Setiap Tahun di Jawa (milyar Rupiah)

Jenis Biaya	Jawa Barat	Jawa Tengah	Jawa Timur
engendapan Lumpur Irigasi	37,09 - 124,77	17,53 - 59,37	26,28 - 88,37
Pengerukan Pelabuhan	4,45 - 11,11	1,48 - 3,70	11,11 - 27,46
Pengendapan pada Waduk	115,73 - 532,42	45,34 - 210,32	48,46 - 222,82
	157,27 - 668,30	64,36 - 273,40	85,85 - 338,64

Sumber: Diolah berdasarkan bahan dari Magrath and Arens (1989)

Keterangan: Dikonversi ke Rupiah tahun 2001 dengan menggunakan GDP Deflator Indonesia.

produktivitas atau kesuburan tanah, bukan dengan biaya menghilangkan endapan dan lumpur.

terbawanya tanah oleh erosi. Hasil perhitungan tersebut diperlihatkan pada Tabel 5 yang memperlihatkan dampak keuntungan yang berupa pengurangan tanah yang terbawa erosi sebagai dampak penanaman pohon atau perkebunan energi setiap hektar.

Tabel 3
Perkiraan Total Kehilangan Tanah Menurut Jenis Lahan di Jawa (Ton)

Jenis Tanah	Jawa Barat	Jawa Tengah	Jawa Timur
Tegal	367436090	150117480	103383330
Hutan	5643630	3931220	5375750
Hutan Rusak	30041510	1332620	2688010
Sawah	1090770	579950	582500
Total	404212000	155961270	112029570

Sumber: Diolah berdasarkan bahan dari Magrath and Arens (1989).

Tabel 3 menunjukkan bahwa sebagian besar kehilangan tanah terbawa erosi setiap tahun ada pada lahan tegal yang sebagian besar terjadi di Jawa Barat sebagai daerah populasi terpadat. Tekanan populasi penduduk yang mengakibatkan meningkatnya pengembangan infrastruktur yang berdampak terhadap luasnya lahan kritis diperkirakan merupakan sebab besarnya kehilangan tanah terbawa erosi. Biaya kehilangan tanah yang terbawa erosi setiap tahun yang didasarkan pada biaya mengangkut atau menghilangkan endapan yang terbawa erosi dan biaya penurunan produktivitas atau kesuburan tanah diperkirakan mencapai nilai antara 340 juta dollar sampai dengan 406 juta dollar setiap tahun (14). Sebagian besar dari biaya tersebut berhubungan dengan penurunan

Tabel 4 memperlihatkan perkiraan minimum dan maksimum dari biaya yang harus dikeluarkan setiap tahun untuk

pengerukan pelabuhan dan menghilangkan endapan lumpur pada irigasi serta pada waduk di Jawa. Jawa Barat memerlukan biaya erosi yang paling besar dibandingkan Jawa Timur dan Jawa Tengah, hal tersebut menunjukkan bahwa daerah tersebut mempunyai lahan kritis yang paling luas sebagai akibat besarnya desakan populasi penduduk. Meningkatnya populasi penduduk tersebut mengakibatkan meningkatnya kebutuhan lahan pertanian dan infrastruktur seperti kebutuhan perumahan, jalan, serta transmisi listrik yang berdampak pada berkurangnya lahan bervegetasi sehingga meningkatnya tingkat erosi tanah yang secara tidak langsung berdampak pula pada peningkatan perkiraan biaya dampak erosi. Tabel 5 memperlihatkan perkiraan minimum dan maksimum dari berkurangnya

tingkat erosi tanah sebagai akibat penanaman pohon atau program perkebunan energi pada setiap hektar lahan. Komponen keuntungan pengurangan erosi tersebut bersama komponen keuntungan produksi kayu bakar dipergunakan untuk menghitung B/C ratio pengadaan perkebunan energi, sehingga dapat dianalisa keuntungan perkebunan energi yang bukan saja mempertimbangkan keuntungan produksi kayubakarnya saja, tetapi mempertimbangkan pula keuntungan pengurangan erosi off-site seperti pengurangan-pengurangan endapan lumpur irigasi, pengerukan lumpur pada pelabuhan, dan pengendapan lumpur pada waduk. Hasil perhitungan B/C ratio perkebunan energi di Jawa dengan mempertimbangkan kedua komponen tersebut dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 5
Perkiraan Keuntungan Pengurangan Erosi (Rupiah/Hektar)

Jenis Keuntungan	Jawa Barat	Jawa Tengah	Jawa Timur
Pengendapan Lumpur Irigasi	13517,13 - 45465,60	14940,17 - 50584,29	18199,68 - 61202,00
Pengerukan Pelabuhan	1620,12 - 4049,81	1262,51 - 3156,27	7697,55 - 19021,10
Pengendapan Lumpur Waduk	42172,02 - 194012,81	38632,94 - 179192,17	33560,19 - 154322,34
	57309,27 - 243528,22	54835,62 - 232932,73	59457,41 - 234545,44

Tabel 6
B/C Ratio dari Perkebunan Energi setelah Dimasukan Keuntungan Pengurangan Erosi

Wilayah	Harga Kayubakar*) (Rp./Kg)	Perkiraan Rendah	Perkiraan Tinggi
Jawa Barat	65	0,63	0,82
	100	0,93	1,13
	125	1,15	1,35
Jawa Tengah	65	0,63	0,81
	100	0,93	1,12
	125	1,15	1,34
Jawa Timur	65	0,63	0,82
	100	0,94	1,12
	125	1,16	1,34

Sumber: *) 8 dan 11.

Kelayakan ekonomi dari suatu perkebunan energi di lahan kritis dapat meningkat setelah dimasukan keuntungan dari pengurangan erosi. Peningkatan tersebut dapat dilihat dengan membandingkan B/C ratio perkebunan energi yang hanya memasukan keuntungan dari produksi kayubakar saja (Tabel 1) dengan yang memasukan selain keuntungan produksi kayubakar, juga

mengikuti sertakan keuntungan pengurangan kehilangan tanah karena erosi (Tabel 6). Dampak dimasukkannya keuntungan dari pengurangan biaya untuk mengeruk pelabuhan, menghilangkan pengendapan pada saluran irigasi dan pengendapan waduk terhadap hasil perhitungan kelayakan ekonomi tersebut relatif rendah, meskipun diperhitungkan dengan mempergunakan

perkiraan tinggi. Hasil tersebut sesuai dengan pendapat Magrath dan Aren (1989) bahwa keuntungan yang paling besar dari perkebunan energi pada lahan kritis tersebut adalah dampak lingkungan yang berhubungan dengan peningkatan kesuburan tanah yang berdampak pada peningkatan produksi tanaman, bukan pada penghilangan biaya erosi.

3.2 Pengembangan suatu Metodologi Perkebunan Energi pada Lahan Kritis.

Terbatasnya dana yang harus dikeluarkan untuk program penanaman pohon atau perkebunan energi pada lahan kritis menyebabkan sukarnya membuat keputusan dalam menentukan prioritas lahan kritis mana yang perlu ditanami setiap tahun. Sementara itu, lahan kritis yang tidak tertanami setiap tahun semakin bertambah. Suatu metodologi untuk memecahkan masalah tersebut diusulkan yang tidak saja sudah memperhitungkan keuntungan dari produksi kayubakar untuk memenuhi kebutuhan energi masyarakat, tetapi juga memperhitungkan biaya pengurangan erosi yang terjadi bersama stabilisasi tanah yang secara tidak langsung dapat mengurangi bencana banjir dan longsor. Dalam pengembangan metodologi ini, semua lahan kritis di semua propinsi diasumsikan mempunyai tingkat erosi yang sama, sehingga dapat mempermudah perhitungan potensi erosi pada berbagai macam jenis tanah. Metodologi tersebut juga mempertimbangkan harga kayubakar pada harga konstan sepanjang suatu siklus umur tanam.

Inti dari metodologi adalah hubungan antara harga kayubakar dan hasil minimum dari tanaman *Calliandra* yang diperlukan untuk menentukan keekonomian investasi perkebunan energi. Hasil produksi kayubakar tersebut dapat ditentukan pada tingkat harga pasar yang dipertimbangkan berdasarkan nilai B/C ratio sama dengan satu. Hasil perhitungan dari produksi minimum *Calliandra* pada tingkat harga kayubakar yang berbeda untuk menentukan keekonomian program perkebunan energi dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7
Hasil Minimum Produksi *Calliandra* yang Diperlukan pada Tahun Pertama pada Tingkat Harga Kayubakar yang Berbeda.

Harga Kayubakar (Rp./kg)	Hasil Minimum Produksi Kayubakar (m ³ /ha)	
	Perkiraan Rendah	Perkiraan Tinggi
20	26,88	21,46
25	21,50	17,17
30	17,92	14,31
40	13,44	10,73
50	10,75	8,59
60	8,96	7,15
70	7,68	6,13
80	6,72	5,37
90	5,97	4,77
100	5,38	4,29
110	4,89	3,90
120	4,48	3,58
130	4,14	3,30
140	3,84	3,07
150	3,58	2,86

Serangkaian harga kayubakar yang memasukkan harga bawah dan harga atas dari harga pasar kayubakar diperlihatkan pada Tabel 7. Dampak dari perubahan harga pasar kayubakar dihubungkan dengan hasil minimum produksi kayubakar yang diperlukan untuk menanami sebidang lahan kritis. Tingkat harga kayubakar tersebut berbanding terbalik dengan hasil minimum produksi kayubakar, yaitu semakin meningkat atau besar harga kayubakar, semakin menurun atau semakin kecil hasil minimum yang diperlukan untuk memenuhi keekonomian investasi perkebunan energi pada lahan kritis tersebut. Sebagai contoh, lahan kritis dengan hasil produksi kayubakar lebih kecil daripada 3 m³ per hektar secara ekonomi dapat ditanami pada tingkat harga kayubakar Rp150,- per kilogram, sebaliknya pada tingkat harga Rp20,- per kilogram, hasil minimum produksi kayubakar yang diperlukan untuk memenuhi keekonomian harus lebih tujuh setengah kalinya, atau lebih dari 26 m³ per kilogram.

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil tersebut adalah penanaman pohon atau perkebunan energi yang dilakukan pada lahan kritis yang paling berat terkena erosi, tidak layak secara ekonomi untuk dilaksanakan, karena program tersebut tidak akan menarik secara ekonomi, sehingga keberhasilan

program perkebunan energi kurang dapat diharapkan. Dalam terbatasnya ketersediaan dana, dana yang tersedia harus dialokasikan untuk mendapatkan pengembalian modal yang paling besar, sehingga lahan kritis yang paling produktif harus didahulukan atau diprioritaskan, kemudian beralih ke lahan kritis lainnya dengan hasil produksi minimum yang lebih kecil lagi sesuai dengan skala prioritas sesuai dengan urutan yang terdapat pada Tabel 7.

4. KESIMPULAN.

Biomasa yang terdiri atas kayubakar dan limbah pertanian merupakan sumber energi yang utama untuk memasak di Indonesia. Semakin besarnya tekanan populasi penduduk terutama di Jawa sebagai pulau terpadat, menyebabkan semakin meningkatnya penebangan hutan yang membawa akibat terhadap semakin luasnya lahan kritis. Adanya kenaikan harga bahan bakar minyak (BBM) dapat memperburuk keadaan tersebut, yaitu menyebabkan beralihnya para pemakai BBM ke kayubakar atau biomasa, baik pada sektor rumahtangga maupun industri, sehingga mengakibatkan meningkatnya penebangan kayu untuk kayubakar yang dapat membawa akibat terhadap peningkatan erosi tanah sebagai sumber bencana banjir dan longsor meningkatnya kebutuhan sarana dan prasarana kehidupan manusia seperti sarana jalan, perumahan, lahan pertanian dan kebutuhan energi termasuk kebutuhan energi biomasa yang menyebabkan meningkatnya penebangan hutan yang membawa akibat terhadap semakin luasnya lahan kritis. Cepatnya perkembangan luas lahan kritis dan terbatasnya dana mengakibatkan perlunya kajian ekonomi dari program perkebunan energi. Analisa dimulai dengan mempertimbangkan kontribusi ekonomi dari komponen produksi kayubakar. Suatu perkebunan energi dengan hanya mempertimbangkan keuntungan kayubakar saja diperkirakan kurang layak secara ekonomi. Namun setelah dimasu erosi tanah sebagai sumber bencana alam banjir dan longsor.

Departemen Kehutanan telah berusaha mengurangi dampak masalah tersebut melalui program reboisasi dan penghijauan pada lahan kritis, karena meluasnya lahan kritis tersebut cenderung mempermudah lahan tersebut terkena erosi yang berdampak pada terjadinya banjir dan longsor. Program

reboisasi tersebut dapat dianalogikan dengan perkebunan energi yang bertujuan bukan saja untuk menjaga stabilitas tanah, tetapi juga untuk penyediaan sumber energi biomasa bagi masyarakat. Oleh karena itu, tanaman yang cocok dipergunakan untuk perkebunan energi tersebut adalah tanaman yang cepat tumbuh seperti *Calliandra* yang dapat dipanen setiap tahun tanpa menebang pohon pokoknya. Kayu pohon tersebut juga kurang menarik untuk dipergunakan sebagai kayu pertukangan, sehingga penebangan pohon tersebut untuk keperluan selain kayubakar diharapkan tidak dilakukan.

keuntungan dari pengurangan erosi tanah sebagai dampak positif adanya kebun energi pada lahan tersebut, program perkebunan energi pada lahan kritis menjadi lebih menarik secara ekonomi. Beberapa keuntungan tersebut adalah sama dengan biaya membersihkan endapan lumpur yang terbawa erosi. Memelihara dan meningkatkan produktivitas sumber daya tanah mempunyai dampak yang lebih besar terhadap keputusan ekonomi untuk pelaksanaan perkebunan energi.

Analisa untuk pengembangan metodologi perkebunan energi dalam penelitian ini didasarkan pada hubungan antara produktivitas tanah dan nilai ekonomi dari produksi. Metodologi tersebut dikembangkan untuk membuat susunan skala prioritas karena terbatasnya dana yang tersedia untuk penanaman di lahan kritis tersebut. Metodologi tersebut bukan saja mempertimbangkan keuntungan kayubakar saja, tetapi juga memasukan biaya yang bisa dihemat akibat berkurangnya terjadi erosi *off-site* seperti berkurangnya pengendapan lumpur pada irigasi, pengerukan pelabuhan, dan pengendapan pada waduk.

Metodologi tersebut disajikan dalam bentuk tabel yang dapat membantu dalam memutuskan lahan kritis mana yang perlu terlebih dahulu ditanami berdasarkan pada harga pasar dan produksi minimum dari kayubakar untuk menentukan investasi yang paling menguntungkan. Semakin tinggi harga kayubakar, semakin rendah pula produksi kayubakar yang diperlukan untuk mencapai tingkat keekonomian. Sebaliknya semakin rendah harga kayubakar, semakin tinggi pula produksi kayubakar yang diperlukan untuk mencapai tingkat kelayakan ekonomi. Hasil tersebut dapat diartikan pula, semakin parah lahan kritis tempat perkebunan energi, semakin sulit program tersebut mencapai kelayakan ekonomi, sehingga perlu membuat

skala prioritas dalam pelaksanaan perkebunan energi berdasarkan tingkat kerusakan lahan kritis. Metodologi tersebut menekankan bahwa dengan terbatasnya dana yang tersedia, pemilihan lahan kritis untuk dijadikan perkebunan energi dapat ditentukan berdasarkan urutan potensi produktivitas sampai hasil produktivitas minimum tercapai.

DAFTAR PUSTAKA

1. Becker, B.C, T.R. Mills and Department of Water Resources, State of Maryland. 1972. *Guidelines for Erosion and Sediment Control Planning and Implementation*. Hittman Associates, Inc. Columbia, Maryland.
2. BPPT-KFA. January 1988. *Energy Strategies Energy R+D Strategies, Technology Assessment for Indonesia. Demand Devices for End Users. Cooking Stoves, Boiler, Burner and Transport Devices*.
3. BPS. 1980. *Penduduk Indonesia*. Hasil Sensus 1980. Jakarta.
4. BPS. 1991. *Buku Statistik 1991*. Jakarta.
5. BPS. 1995. *Penduduk Indonesia*. Hasil Survei antar Sensus 1995. Jakarta.
6. BPS. 2001. *Buku Statistik 2001*. Jakarta.
7. Hadi, S; Purnama, B; & Hartoyo. 1979. *Penggunaan Kayu Bakar dan Limbah Pertanian di Indonesia*. Hasil-hasil Lokakarya Energi 1979, KNI-WEC. Jakarta.
8. KOMPAS. 11 Juli 2002. *Pemkab Grobogan Khawatir Persediaan Pangan Menipis*.
9. KOMPAS. 14 September 2002. *Pasokan Gas di Jatiwangi Tersendat, Industri Genteng Gunakan Kayu Bakar*.
10. KOMPAS. 13 Desember 2002. *PT. Perhutani Harus Bertanggung Jawab*.
11. KOMPAS. 7 Januari 2003. *Solar Naik, Industri Kapur Mulai Gulung Tikar*.
12. KOMPAS. 31 Januari. *Jumlah Korban Tertimbun Tanah Longsor di Garut Simpang Siur*.
13. KOMPAS. 5 Februari 2003. *Pekan Depan, Banjir dan Longsor Meningkat*.
14. Magrath, W and P. Arens. August 1989. *The Costs of Soil Erosion on Java: A National Resources Accounting Approach*. Environment Department. Working Paper No. 18. World Bank.
15. National Academy of Sciences (NAS). 1980. *Firewood Crops, Shrub and The Species for Energy Production*. Washington D.C.
16. National Academy of Sciences (NAS). 1983. *Innovation in Tropical Deforestation, Calliandra a Versatile Small Tree for the Humid Tropics*. Washington D.C.
17. Pacardo, E.P. 1984. *Soil Erosion and Ecological Stability, Soil Erosion Management*. ACRAR Proceeding Series No. 6. Los Banos, Phillipines.
18. Pasaribu, H. 11 April 2003. *Komunikasi Pribadi*. Departemen Kehutanan. Jakarta.
19. Roche, F.C. 1987. *Sustainable Farm Development in Java's Critical Lands. Is a Green Revolution Really Necessary Necessary?* Unpublished Manuscrip. Cornell University.
20. Saplaco, S.R and P.A. Payawan. 1984. *Soil, Climate, and SoilErosion Control: State of Knowledge*. Soil Erosion Management, ACIAR Proceeding Series No.6. Los Banos, Philippines.
21. Surianegara, I. November 1992. *Komunikasi Pribadi*. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
22. Troeh, F.R; J.A. Hobbs and R.L. Donahue. 1980. *Soil and Water Conservation for Productivity and Environmental Protection*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
23. Wijaya, K. 26 Mei 2003. *Komunikasi Pribadi*. BRI. Jakarta.
24. Wischmeier, W.H and D.D. Smith. 1978. *Predicting Rainfall Erosion Losses. A Guide to Conservation Planning*. USDA. Agricultural Handbook Number 537. Science and Education Administration.