

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kerusakan lingkungan yang terjadi saat ini khususnya di Indonesia sudah sangat memprihatinkan. Dalam bidang kehutanan saja, menurut MS Kaban pada tahun 2008 terdapat sekitar 23 juta hektar hutan dan lahan yang kritis. Sementara sekitar 40 juta hektar lainnya masuk kategori agak kritis. Menurut Menteri Kehutanan (2000), diperkirakan laju deforestasi hutan dari tahun 1990 – 1997 sebesar 1,6 – 2 juta ha/tahun. Pada tahun 1997 – 2000 untuk lima pulau besar yaitu Sumatera, Kalimantan, Maluku, Sulawesi dan Irian Jaya laju deforestasi di kawasan hutan sebesar 2,83 juta hektar per tahun sedangkan di luar kawasan hutan 0,68 juta hektar per tahun (Departemen Kehutanan, 2003). Penyebab utamanya adalah tingkah laku manusia yang kurang bijak dalam mengelola sumberdaya alam yang ada. Kerusakan lingkungan tersebut tidak hanya merugikan manusia, namun berdampak pada kelestarian lingkungan.

Pada daerah yang mengalami kerusakan lingkungan, keseimbangan ekosistem terganggu sehingga sistem kehidupan secara umum ikut terpengaruh. Apabila kerusakan yang terjadi sangat parah, secara alami makhluk hidup di lingkungan tersebut akan sangat sulit bahkan tidak bisa mengembalikan kondisi lingkungan seperti semula. Hal ini disebabkan karena kondisi fisik dan biologisnya sudah tidak mendukung. Sebagai contoh adalah lahan bekas pertambangan terbuka, dengan kondisi tanah yang kering dan berlubang serta unsur hara yang telah terkikis bahkan mengandung bahan beracun tidak memungkinkan tumbuhan atau makhluk hidup disekitarnya untuk melakukan suksesi. Oleh karena itu, diperlukan campur tangan manusia untuk mengembalikan fungsi ekologis suatu daerah atau lahan yang mengalami kerusakan parah.

Saat ini upaya untuk melakukan pengaturan terhadap pemanfaatan sumberdaya alam maupun perbaikan lingkungan telah banyak dilakukan. Berbagai peraturan telah dibuat, sebagai contoh adalah UU No. 11 tahun 1967 tentang ketentuan pokok pertambangan serta UU No. 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Hal ini dilakukan untuk meminimalisir kerusakan terhadap lingkungan dan sebagai upaya untuk merehabilitasinya. Namun, ternyata upaya itu belum menunjukkan hasil yang baik karena faktanya setiap tahun kerusakan lingkungan semakin bertambah.

Seperti halnya dalam bidang pertambangan, ketentuan untuk melakukan perbaikan kondisi lahan telah diatur dengan jelas. Salah satu caranya adalah dengan melakukan reklamasi lahan yang bertujuan untuk memperbaiki atau menata kegunaan lahan setelah mengalami gangguan akibat usaha pertambangan agar dapat berfungsi dan berdaya guna sesuai peruntukannya (Suprpto, 2006). Akan tetapi upaya tersebut belum cukup untuk meminimalisir kerusakan terhadap lingkungan.

Salah satu perusahaan tambang yang telah melakukan reklamasi adalah KEM (*Kelian Equatorial Mining*) di Kalimantan Timur. Reklamasi yang dilakukan berupa kegiatan menimbun kembali lubang tambang serta melapisinya

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

dengan tanah pucuk (*top soil*), dan revegetasi lahan serta diikuti dengan pengaturan drainase dan penanganan atau pencegahan air asam tambang. Reklamasi tersebut tidak dapat mengembalikan fungsi lahan atau fungsi lingkungannya sama dengan kondisi rona awal. Hal ini karena lahan atau gunung yang dikupas dan diambil isinya berukuran sangat besar sehingga walaupun menerapkan sistem gali timbun (*back filling*) akan tetap meninggalkan lubang semacam danau (Herlina, 2004).

Hal serupa juga terjadi pada PTFI (PT Freeport Indonesia), mereka melakukan reklamasi dengan melibatkan mikroorganisme di dalam formula pemicu tumbuh. Pada mulanya memang lahan tersebut ditumbuhi vegetasi, namun pada waktu tertentu vegetasi tersebut tidak lagi tumbuh dengan optimal. Hal ini dikarenakan sumber cadangan makanan berupa unsur hara telah habis, dan mikroorganisme yang disertakan hanya membantu menyediakan nutrisi bagi pohon tanpa memicu adanya siklus energi secara terbuka dari luar ekosistem. Ketika energi dalam ekosistem tersebut habis, maka keberlangsungan ekosistem terganggu.

Berdasarkan permasalahan dan pengalaman tersebut, diperlukan solusi yang efektif. Solusi tersebut adalah dengan membuat formula pemicu tumbuh (*biostarter*) yang memungkinkan dimulainya proses suksesi secara mandiri dengan siklus energi yang dinamis agar perbaikan lingkungan dapat terjadi secara berkelanjutan serta mempercepat proses suksesi. Harapannya lingkungan tersebut bisa kembali ke kondisi awal.

Formula tersebut terdiri dari komponen berupa zat maupun organisme yang mampu memicu suksesi alami secara bertahap dengan daur energi yang dinamis sehingga menciptakan sebuah ekosistem terbuka. Ekosistem terbuka adalah suatu ekosistem yang melibatkan segala komponen ekosistem dari luar sehingga memungkinkan terjadinya pertukaran energi secara berkesinambungan dan kebutuhan energi akan dapat terpenuhi secara berkelanjutan. Semakin banyak komponen yang dilibatkan dalam formula ini, maka ekosistem akan semakin dinamis, sehingga eksistensinya akan semakin tinggi dan tidak ada komponen yang mendominasi satu sama lain. Formula pemicu tumbuh yang mandiri dan dinamis ini diharapkan dapat mengatasi permasalahan kerusakan lingkungan yang kurang produktif khususnya di Indonesia.

Tujuan

Penulisan karya tulis ini dilakukan dengan tujuan untuk mengembangkan *Biostarter* dengan formula lengkap dengan konsep siklus suksesi mandiri berkelanjutan dalam mengatasi permasalahan lingkungan yang kurang produktif.

Manfaat

Penulisan karya tulis ini dapat bermanfaat untuk:

1. Memberikan informasi tentang metode biostarter dengan formula lengkap berbasis siklus suksesi mandiri berkelanjutan bagi perusahaan khususnya pertambangan, masyarakat umum serta pemerintah.
2. Memberikan alternatif solusi bagi upaya reklamasi lahan dan permasalahan lingkungan yang kurang produktif.

GAGASAN

Kerusakan lingkungan di Indonesia telah memasuki kondisi yang sangat memprihatinkan. Laju deforestasi dari tahun ke tahun tetap tinggi, lahan kritis dan rusak mencapai 23 juta hektar, sedangkan kategori agak kritis sekitar 40 juta hektar. Tingkat kerusakannya beranekaragam, dari yang hanya tercemar residu kegiatan pertanian sampai pada kerusakan total yang menyebabkan ekosistem sama sekali tidak berfungsi. Kerusakan total seperti ini tidak dapat pulih seratus persen seperti pada kondisi awal. Hal ini disebabkan makhluk hidup mengalami degradasi sehingga mengurangi potensi untuk terjadinya suksesi. Kondisi seperti ini mutlak membutuhkan campur tangan manusia. Pemerintah telah berusaha mengeluarkan kebijakan dan peraturan melalui kementerian kehutanan, lingkungan hidup serta seluruh instansi yang terkait agar terjadi penurunan kerusakan lingkungan dan tercapainya perbaikan. Namun, fakta yang terjadi adalah laju kerusakan lingkungan tetap tinggi.

Sesungguhnya beberapa pihak telah berusaha mengatasi permasalahan tersebut, sebagai contoh adalah perusahaan tambang. Mereka berusaha melakukan perbaikan lingkungan bekas tambang dengan cara mereklamasi lahan bekas pertambangan terbuka. Kemudian saat ini hampir seluruh institusi melakukan penanaman pohon sebagai salah satu program CSR (*Corporate Social Responsibility*). Namun lagi-lagi kegiatan-kegiatan tersebut hanya bersifat sementara, tidak berlaku jangka panjang. Artinya metode penanaman dan reklamasi yang digunakan tidak memperhatikan kebersinambungan ekosistem, dan cenderung pragmatis. Oleh karena itu, perlu adanya konsep untuk memulihkan kondisi lingkungan. Konsep tersebut adalah *biostarter* yaitu dengan zat pemicu tumbuh dengan menganut siklus energi yang dinamis, mandiri dan berkelanjutan. *Biostarter* ini dapat memicu suksesi dimanapun dia ditempatkan.

Sebelumnya pernah diterapkan konsep *biostarter*, namun dengan formula yang berbeda misalnya *biostarter* yang terbuat dari kotoran sapi dicampur dengan buah-buahan yang telah busuk. Kotoran sapi dan buah-buahan busuk tersebut berfungsi sebagai kompos, kemudian cairan ini dicampur dengan mikroorganisme yang membantu mempercepat proses dekomposer, akan tetapi larutan ini tidak dapat membentuk daur energi baru dari luar ekosistem. Hal tersebut dikarenakan sifatnya hanya sebagai cadangan makanan sementara tanpa adanya daur yang mandiri.

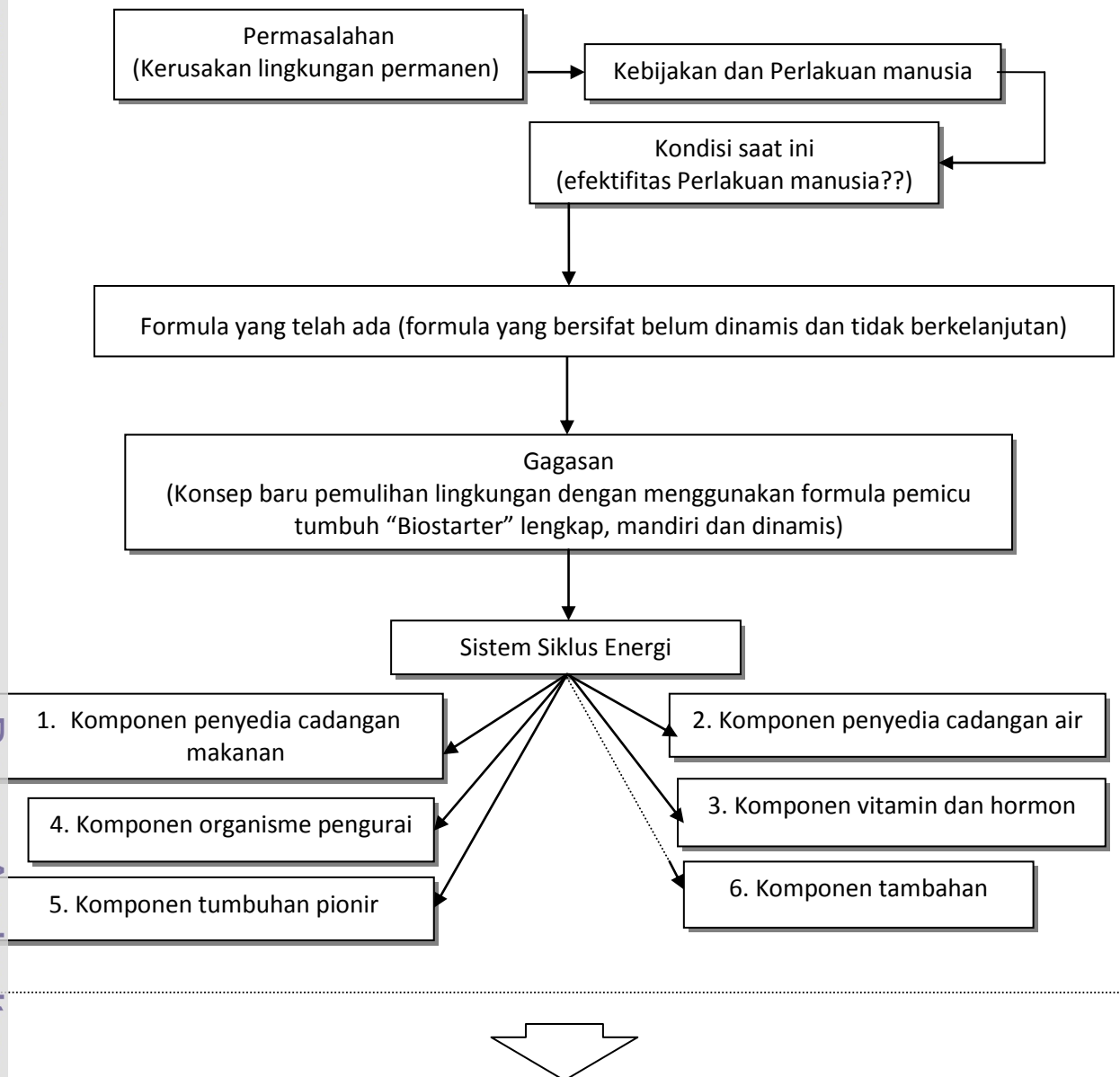
Sistem kerja *biostarter* yang penulis tawarkan mengikuti pola siklus energi dan konsep ekosistem terbuka. *Biostarter* ini memiliki kelebihan di bidang ketahanan serta keberlanjutannya dalam upaya perbaikan lingkungan yang mengalami kerusakan. Maka dari itu lahan-lahan yang telah kritis atau kurang produktif setelah diberikan *biostarter* ini akan dengan cepat dan dinamis memperbaiki keadaan lahan tersebut. Kelebihan lainnya adalah dalam pembuatannya tidak terlalu sulit karena bahan ataupun komponen penyusunnya adalah komponen-komponen yang bisa didapatkan dengan mudah, bahkan ada yang dibuang percuma oleh masyarakat. Selain itu, bahan-bahan tersebut bisa disesuaikan dengan tempat serta lingkungan yang akan dituju. Contohnya di daerah lahan bekas tambang, untuk komponen cadangan air bisa menggunakan bahan-bahan organik seperti *coco peat*. *Biostarter* ini juga akan bekerja secara mandiri karena ketika *biostarter* telah ditempatkan di lahan yang akan dituju maka dengan sendirinya *biostarter* ini akan melakukan prosesnya sendiri dan berasosiasi dengan lingkungan disekitarnya.

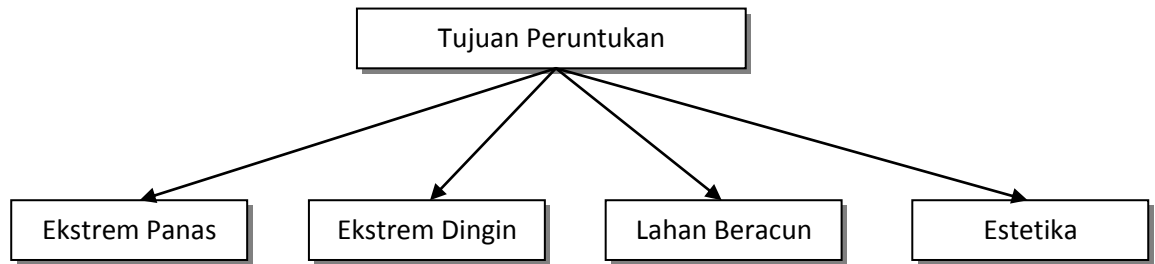
Konsep ini memungkinkan perkembangan ekosistem dapat berjalan mandiri setelah melalui beberapa tahap pertumbuhan. Menurut Riberu (2002), pada dasarnya dalam suatu proses pertumbuhan yang dinamis akan menuju ke satu arah secara teratur yang dikenal dengan istilah suksesi. Suksesi terjadi sebagai akibat terjadinya modifikasi lingkungan fisik dalam komunitas atau ekosistem. Proses ini akan berakhir pada suatu kondisi klimaks, yaitu ketika ekosistem telah mencapai keadaan seimbang (*homeostatis*). Konsep *biostarter* yang ditawarkan adalah berdasarkan ekosistem, yaitu sistem ekologi yang terbentuk oleh hubungan timbal balik makhluk hidup dengan lingkungannya. Ekosistem merupakan tatanan kesatuan secara utuh menyeluruh antara segenap unsur lingkungan yang saling mempengaruhi. Berdasarkan hal tersebut dapat diambil pengertian bahwa ekosistem merupakan suatu sistem yang terdiri dari komponen biotik maupun abiotik yang saling berinteraksi membentuk suatu keteraturan. Keteraturan tersebut terbentuk oleh adanya arus materi dan energi yang terkendali melalui arus informasi antar komponen dalam ekosistem (Riberu, 2002).

Berdasarkan informasi tersebut, pengembangan *biostarter* yang ditawarkan akan mengacu pada bagaimana merekayasa siklus energi yang ada sehingga dapat berjalan lebih cepat dan berkelanjutan. Proses yang berjalan secara berkelanjutan artinya setelah *biostarter* dipasang, secara mandiri komponen-komponen yang ada dapat melanjutkan siklus energi dengan menyerap kebutuhan energi dari luar ekosistem. Dengan demikian kebutuhan energi akan terpenuhi tanpa harus mengandalkan cadangan makanan yang disediakan. Berdasarkan hal tersebut, dalam pengembangannya, komponen yang dijadikan formula dibagi dalam beberapa tahap sesuai dengan siklus energi yang terjadi. Tahap awal merupakan tahap pengkondisian lingkungan, dimulai dari penempatan *biostarter* pada lahan yang akan direhabilitasi. Pada tahap ini cara kerja *biostarter* adalah mengkondisikan lingkungan sekitar dengan cara memberi asupan nutrisi dari bekal cadangan makanan serta penyerapan air dari luar melalui media yang disediakan. Hal ini menyebabkan kondisi optimal bagi tumbuhnya bibit tumbuhan tingkat rendah yang terdapat dalam formula *biostarter*. Dengan tumbuhnya bibit tersebut maka terbentuk siklus energi baru dan mengantarkan pada tahap

selanjutnya, karena ada zat dari luar ekosistem yang diserap, seperti cahaya matahari dan CO₂. Tahap ini disebut tahap pembentukan biomasa yang berbekal air, CO₂ dan cahaya matahari. Berbekal energi yang diserap tersebut tumbuhan yang telah memiliki klorofil sanggup melakukan fotosintesis sehingga terbentuk biomasa yang kemudian membentuk siklus energi baru. Pada saat tumbuhan mampu membentuk biomasa, maka perlu adanya organisme yang berperan sebagai konsumen dalam tingkatan lebih tinggi. Ketika konsumen tersebut mampu mencerna biomasa, maka diperlukan organisme pengurai yang lebih kompleks. Pada tahapan ini ekosistem sudah dalam kondisi cukup stabil dan mandiri, sehingga keberlangsungan siklus energi dapat terus berlanjut hingga suksesi mencapai homeostasis.

Berikut adalah diagram yang menggambarkan metode kerangka berpikir dalam karya tulis ini.





Gambar 1. Tahapan Metode Berpikir

Secara lebih terperinci, formula yang terdapat pada *biostarter* yang ditawarkan adalah gabungan beberapa formula lengkap yang terdiri dari unsur hara, cadangan makanan, sumber energi tambahan, penyerap air, hormon, vitamin, organisme pengurai, benih tanaman perintis, benih dorman ortodoks intoleran, benih dorman ortodoks toleran dan telur serangga, agar nantinya dapat melakukan siklus suksesi secara mandiri dan berkelanjutan. Berikut adalah tahapan dan komponen dalam formula yang ditawarkan:

Tahap Pengkondisian

a. Zat yang berfungsi sebagai cadangan makanan

a. Cadangan makanan

Cadangan makanan adalah zat atau nutrisi yang digunakan sebagai katalisator bagi perkembangan mikroorganisme pengurai dan sebagai sumber energi bagi tumbuhan perintis. Bagi tumbuhan perintis cadangan makanan pada awal pertumbuhan sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Hal ini diperlukan sebagai asupan nutrisi awal tumbuhan sebelum tumbuhan tersebut bisa menyediakan makanan sendiri. Cadangan makanan tersebut berupa suatu media tanam. Media tersebut dapat berupa media organik maupun anorganik. Media tanam yang termasuk dalam kategori organik umumnya berasal dari komponen organisme hidup, seperti daun, batang, bunga, buah, atau kulit kayu. Penggunaan bahan organik sebagai media tanam jauh lebih unggul dibandingkan dengan bahan anorganik. Hal itu dikarenakan bahan organik mampu menyediakan unsur hara bagi tanaman.



Gambar 2. Sabut Kelapa (*coco peat*)

Sabut kelapa (*coco peat*) mengandung unsur hara esensial, seperti Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), kalium (K), nitrogen (N) dan fosfor (P). Selain Sabut kelapa, kompos juga merupakan media organik yang cocok karena sifatnya yang mampu mengembalikan kesuburan tanah dengan cara memperbaiki sifat fisik, kimiawi dan biologis tanah. Kompos memiliki dua peranan penting, yaitu sebagai *soil conditioner* dan sebagai *soil ameliorator*.

Peranan sebagai *soil conditioner* artinya kompos berperan dalam mengkondisikan struktur tanah, sedangkan sebagai *soil ameliorator* berarti kompos berperan dalam memperbaiki kemampuan pertukaran kation pada tanah. Bahan organik lainnya yang dapat digunakan sebagai sumber cadangan makanan adalah ekstrak kurma. Menurut Rahmadi (2010), buah Kurma memiliki nutrisi antara lain karbohidrat, kalori, *glycemix index*, protein dan mineral.

Selain media organik, dalam biostarter ini juga akan digunakan media anorganik. Bahan anorganik merupakan bahan dengan kandungan mineral yang berasal dari proses pelapukan batuan induk di dalam bumi. Berdasarkan ukuran dan bentuknya, mineral tersebut dapat digolongkan menjadi 4 bentuk, yaitu kerikil atau batu-batuan, pasir, debu, serta tanah liat. Selain berasal dari alam, media anorganik juga bisa dibuat atau disintesis, contohnya adalah pecahan batu bata, vermikulit dan perlit.

- b. Zat yang bersifat mampu menyerap air hingga beberapa kali lipat kemudian menyimpannya

Air menjadi hal yang mendasar bagi suatu kehidupan. Kebutuhan akan air memang harus disadari bersama bahwa semua makhluk hidup bergantung pada air untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Oleh karena itu, dalam formula ini perlu dilengkapi dengan zat yang bersifat mampu menyerap air hingga beberapa kali lipat kemudian menyimpannya untuk dijadikan cadangan bagi pertumbuhan makhluk hidup. Zat tersebut dapat berupa semacam hidrogel atau yang berasal dari bahan tepung kanji yang bersifat mampu menyerap air dan menyimpannya pada saat kering.

Berdasarkan karakteristiknya, yang paling cocok untuk daerah ekstrem antara lain gel. Gel cocok dimasukkan sebagai komponen dalam *biostarter* karena gel dapat mempertahankan kelembapan. Gel akan berperan dalam pengkondisian kelembapan terutama pada tahap pertama rehabilitasi lahan, yaitu saat *biostarter* ditempatkan atau diaplikasikan di lahan yang akan direhabilitasi. Pengkondisian kelembapan sangat penting, agar komponen-komponen lain dalam *biostarter* mendapatkan kondisi optimal untuk tumbuh. Sifat gel yang mirip dengan mekanisme pengikatan air pada tumbuhan kaktus sangat efektif digunakan di daerah yang sangat miskin air. Selain gel, media tanam yang juga efektif untuk menyerap air adalah sabut kelapa (*coco peat*). Sabut kelapa memiliki karakteristik mudah menyerap, mengikat dan menyimpan air dengan kuat.

- c. Hormon yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman

Penambahan hormon dalam formula ini ditujukan untuk melengkapi dan mempercepat proses pertumbuhan tanaman. Hormon-hormon yang dapat ditambahkan antara lain:

Auksin : Auxin adalah zat aktif dalam system perakaran. Senyawa ini membantu proses pembiakkan vegetatif. Pada satu sel auxins dapat mempengaruhi pemanjangan cell, pembelahan sel dan pembentukan akar. Hormon ini dapat diperoleh dari air kelapa.

Sitokinin: Mempengaruhi pertumbuhan dan diferensiasi akar, mendorong pembelahan sel dan pertumbuhan secara umum, mendorong perkecambahan, menunda penuaan, dan mengaktifkan gen serta

aktifitas metabolis secara umum. Sumber hormon ini adalah air kelapa dan ekstrak buncis.

Giberelin: Mendorong perkembangan biji, perkembangan kuncup, pemanjangan batang dan pertumbuhan daun, mendorong pembungaan dan perkembangan buah, mempengaruhi pertumbuhan dan diferensiasi akar. Hormon ini bisa diperoleh dari ekstrak pisang ambon dan air kelapa.

d. Vitamin untuk mendukung pertumbuhan tanaman

Vitamin yang dapat ditambahkan dalam formula yaitu vitamin E. Vitamin E ini pada awalnya dihasilkan oleh tumbuhan, maka harapannya vitamin E ini dapat merangsang atau mempercepat proses tumbuhnya suatu tumbuhan baru yang dalam hal ini adalah tumbuhan perintis.

e. Mikroorganisme pengurai

Lahan yang kritis atau terbuka cenderung panas dan kemungkinan kecil makhluk hidup dapat bertahan sendiri di atasnya tak terkecuali bakteri pengurai. Pada keadaan yang tidak mendukung, bakteri akan mengkristal namun tidak mati, kemudian pada saat keadaan sudah mendukung, bakteri tersebut akan aktif kembali. Bakteri tersebut bertugas menguraikan unsur hara dan formula lain di dalam tanah. Penambahan bakteri pengurai di dalam formula dimaksudkan agar memperoleh nitrogen dan pospor yang diikat dalam tanah oleh aktivitas bakteri tersebut. Nitrogen dan pospor tersebut dibutuhkan oleh tumbuhan dan dapat merangsang pertumbuhan tumbuhan perintis.

Selain bakteri, mikroorganisme lain yang dapat menguraikan bahan organik adalah jamur. Jamur merupakan mikroorganisme yang secara umum sering dijumpai dalam ekosistem tanah. Ciri dari mikroorganisme ini adalah terdapatnya miselium berbenang yang tersusun dari hifa. Hifa tersebut dapat berkembangbiak secara aseksual dengan membentuk spora atau konidia. Jamur yang umum dijumpai di dalam tanah, antara lain: *Acrostalagmus*, *Aspergillus*, *Botrytis*, *Cephalosporium*, *Gliocladium*, *Monilia*, *Penicillium*, *Scopulariopsis*, *Spicaria*, *Trichoderma*, *Trichothecium*, *Verticillum*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Pullularia*, *Cylindrocarpon*, serta *Fusarium*.

Saat ini beberapa jenis fungi telah dimanfaatkan untuk mengembalikan kualitas/kesuburan tanah. Hal ini karena secara umum fungi mampu menguraikan bahan organik dan membantu proses mineralisasi di dalam tanah, sehingga mineral yang dilepas akan diambil oleh tanaman. Menurut penelitian diketahui bahwa beberapa genus tertentu seperti *Aspergillus*, *Altenaria*, *Cladosporium*, *Dermatium*, *Cliocladium*, *Hewlminthosporium*, dan *Humicoli* menghasilkan bahan yang mirip humus dalam tanah dan karenanya penting dalam memelihara bahan organik tanah.

Beberapa fungi juga mampu membentuk asosiasi ektotropik dalam sistem perakaran pohon-pohon hutan yang dapat membantu memindahkan fosfor dan nitrogen dalam tanah ke dalam tubuh tanaman. Yulinery dkk. (2001), menyarankan bahwa paling tidak tiga kelompok fungi tanah, yaitu *Aspergillus*, *Euphenicillium* dan *Penicillium* disertakan dalam usaha perbaikan lahan. Hal ini dimaksudkan karena tiga kelompok fungi tersebut akan membantu mempercepat proses perbaikan lahan tersebut.

f. Benih tumbuhan perintis

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tumbuhan perintis adalah tumbuhan yang mampu hidup pertama kali pada suatu lahan yang kurang memungkinkan untuk tumbuhnya suatu tumbuhan lain. Tumbuhnya tumbuhan perintis ini didukung oleh keberadaan dan hasil dari formula sebelumnya. Tumbuhan perintis ini dapat berupa lumut, paku-pakuan, alang-alang, harendong ataupun tempuyung. Tumbuhan tersebut umumnya mempunyai masa hidup yang pendek. Siklus hidup tumbuhan ini akan membentuk biomassa dan menambah unsur hara di dalam tanah.

Salah satu tumbuhan tingkat rendah yang menjadi pionir bagi tumbuhnya vegetasi adalah lumut kerak atau lebih dikenal dengan Lichen. Lumut kerak mampu bertahan hidup pada tahapan awal suksesi dengan kondisi ketersediaan nutrisi yang sangat minim. Hal ini disebabkan karena lumut kerak merupakan simbiosis mutualisme antara jamur atau cendawan dengan alga hijau atau Cyanobacteria (Grube et al, 2009). Simbiosis tersebut menciptakan sebuah hubungan yang sangat unik, karena mereka saling melengkapi guna mempertahankan kelangsungan hidup. Jamur bertugas menyediakan unsur hara, sedangkan alga hijau melakukan fotosintesis. Lumut kerak mampu hidup pada kondisi yang sangat ekstrim dan mampu menempel serta melapukkan batuan. Pada kondisi kering, lumut kerak memiliki sistem pertahanan diri yang unik dengan membentuk semacam lendir. Lendir ini berfungsi untuk mempertahankan kelembapan tubuhnya. Hal inilah yang menyebabkan lumut kerak mampu berperan sebagai tumbuhan pionir.

Selain itu, menurut Suryaningtyas (1996), alang-alang juga dapat berperan dalam aspek lingkungan, karena gulma tersebut dapat menekan atau mencegah terjadinya erosi tanah pada daerah-daerah yang relatif tidak datar. Selain itu, masih menurut Suryaningtyas (1996), alang-alang juga dapat memperbaiki struktur dan siklus hara, terutama pada tanah-tanah yang tidak subur, menstabilkan tanah pada saluran-saluran air, tebing-tebing jalan kereta api dan berfungsi sebagai pengikat tanah berpasir di daerah pantai dan gurun.

Selain alang-alang, dapat digunakan pula harendong (*Melastoma malabathricum*). Harendong merupakan tumbuhan yang dapat tumbuh subur di lahan yang memiliki kandungan Al tinggi. Prawito (2009) mengemukakan bahwa *M. malabathricum* lebih berpengaruh terhadap Mg, P tersedia, K dan pH tanah. Selain harendong biasa (*Melastoma malabathricum*) dapat pula digunakan harendong bulu (*Clidemia hirta*). Hal ini dimaksudkan agar ketika harendong bulu berbuah, maka akan menarik satwa untuk datang seperti serangga dan burung. Ketika burung datang untuk memakan buah dari harendong bulu, harapannya pada saat membuang kotoran, kotorannya jatuh di sekitar tumbuhan tersebut. Kotoran tersebut dapat menjadi pupuk tersendiri dan dapat meningkatkan unsur hara di dalam tanah.

Berbeda halnya peruntukannya apabila menggunakan tumbuhan tempuyung (*Sonchus arvensis*). Tumbuhan tempuyung memiliki potensi untuk menghancurkan batu ginjal kemudian berdasarkan dari teori ini dapat dikatakan bahwa tumbuhan tempuyung memiliki potensi untuk menghancurkan batuan. Berdasarkan fungsi tersebut, diharapkan melalui formula ini tumbuhan tempuyung dapat menghancurkan batuan tanah dan dapat membuka ruang oksigen dalam tanah dan meningkatkan unsur hara.

- g. Komponen Tambahan



Komponen tambahan adalah komponen yang digunakan berdasarkan tujuan jenis vegetasi yang diinginkan. Komponen ini bersifat tambahan maksudnya adalah penambahan komponen tersebut bisa disesuaikan dengan kebutuhan. Komponen tambahan ini berupa benih dorman intoleran atau benih dorman toleran dan telur serangga. Sebagai contoh, apabila tujuannya adalah rehabilitasi lahan bekas tambang, maka benih yang digunakan merupakan jenis yang intoleran dan dapat bertahan pada kondisi yang ekstrim. Sebaliknya jika peruntukannya adalah untuk revegetasi taman atau kebun bunga, maka benih yang digunakan dapat berupa benih bunga atau tanaman hias lainnya. Selain itu, dapat juga ditambahkan telur serangga. Fungsi dari telur serangga disini adalah sebagai konsumen pertama dari tumbuhan pionir dan dapat mempercepat pembentukan biomassa yang akan digunakan untuk tahap selanjutnya. Telur serangga juga merupakan komponen penting dalam formula ini karena ditinjau dari fungsinya yaitu untuk mempercepat pembentukan biomassa dalam suatu ekosistem sehingga biomassa tersebut dapat digunakan untuk tahap pembentukan ekosistem selanjutnya.

Biostarter ini bisa diformulasikan dalam bentuk padatan. Namun, tidak menutup kemungkinan dengan pengembangan yang dilakukan, *biostarter* ini dapat dipasarkan dalam bentuk serbuk maupun cairan. Gagasan mengenai *biostarter* dengan konsep siklus suksesi mandiri berkelanjutan ini bukanlah sebuah hal yang mustahil dilaksanakan, karena konsep ini lahir berdasarkan hasil riset sebelumnya. Upaya perealisasiannya adalah dengan melibatkan pihak-pihak yang dapat membantu yaitu masyarakat secara umum, pemerintah, perusahaan industri pertambangan, perusahaan HPH, HTI dan LSM yang bergerak pada bidang lingkungan.

Langkah strategis yang dapat dilakukan yaitu dengan melakukan penelitian lebih lanjut baik berupa skripsi maupun penelitian yang lain. Hal tersebut dapat pula dilakukan dengan membangun kerjasama dengan LPPM-IPB, sebagai upaya pengujian dan pemasaran produk *biostarter* tersebut. Setelah itu, menjalin kerjasama dengan pihak-pihak lain yang berkepentingan di bidang lingkungan seperti pemerintah, CSR perusahaan tambang, perusahaan HPH, HTI dan LSM yang bergerak di bidang lingkungan merupakan langkah strategis yang cukup penting, agar produk *biostarter* ini dapat diimplementasikan secara luas. Setelah produk ini teruji berhasil, maka dapat dilakukan pendaftaran hak paten atau hak kekayaan intelektualnya.

KESIMPULAN

Biostarter merupakan metode yang baru dalam upaya reklamasi lahan yang terganggu yaitu dengan membuat suatu komponen yang memungkinkan mendukung suatu kehidupan baru layaknya vegetasi yang akan terbentuk di atasnya. *Biostarter* yang ditawarkan yaitu dengan menggabungkan beberapa formula lengkap yang terdiri dari unsur hara, cadangan makanan, sumber energi tambahan, penyerap air, hormon, vitamin, pengurai, benih tanaman perintis, benih

dorman ortodoks intoleran, benih dormant ortodoks toleran dan telur serangga, agar nantinya dapat melakukan siklus suksesi secara mandiri dan berkelanjutan. *Biostarter* ini dapat bermanfaat untuk rekonstruksi lahan dengan menciptakan hijauan. Selain itu tidak menutup kemungkinan *biostarter* ini dapat diterapkan pada berbagai keadaan lahan seperti gurun pasir atau sesuai peruntukan pada lahan lain yang diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Kehutanan. 2003. *Kebijakan Penyusunan Masterplan Rehabilitasi Hutan dan Lahan*. Badan Planologi Kehutanan, Departemen Kehutanan dan JICA. Jakarta.
- Menteri Kehutanan. 2000. *Arahan Menteri Kehutanan dan Perkebunan*. Rakernas 2000. Departemen Kehutanan dan Perkebunan. Jakarta.
- Prawito P. 2009. *Pemanfaatan Tumbuhan Perintis dalam Proses Rehabilitasi Lahan Paskatambang di Bengkulu*. Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan 9(1):7-12.
- Rahmadi A. 2010. *Kurma*. Food Technologist, Neuro-biologist and Pharmacologist. University of Mulawarman. Samarinda.
- Suryaningtyas H, Anang G, Agus DG. 1996. *Pengelolaan Alang-Alang di Lahan Petani*. Pusat Peneliti Karet, Balai Penelitian Sembawa. Palembang. Hlm 5.
- Riberu P. 2002. *Pembelajaran Ekologi*. Jurnal Pendidikan Penabur No.01/Th.I/ Maret 2002
- Grube Martin, Massimiliano Cardinale, Joao Vieira de Castro Jr, Henry Muller and Gabriele Berg. 2009. *Species-specific structural and functional diversity of bacterial communities in lichen symbioses*. The ISME Journal 3:1105 – 1115.
- Yulinery t dkk. 2001. Interaksi Antagonistik Antar *Lactobacillus* 5ns dan *Candida Tropicakalis*. LIPI. Jurnal Biologi Indonesia 3(2): 116-123

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Dosen Pembimbing

Nama : Ir. Edhi Sandra, MSi
 Jenis Kelamin : Laki-laki
 Tempat & Tanggal Lahir : Jakarta, 19 Oktober 1966
 Alamat Rumah : Jalan Kemuning 6 blok M6 no 9 Taman Cimanggu Bogor.
 Telepon Rumah : 0251 8344879, 0251 8337337 Hp. 08128213720. Fax 02518344879
 Pekerjaan : Dosen di Laboratorium Konservasi Tumbuhan, Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
 Telepon Kantor : 0251 621562, 0251 621947, fax 0251 621562
 Jabatan : Kepala Unit Kultur Jaringan Lab. Konservasi Tumbuhan DKSH Fahutan IPB Bogor. Kepala Laboratorium Bioteknologi PPLH IPB Bogor
 Riwayat Pendidikan :
 - SDN N 03 pagi Pondok Pinang Jakarta Lulus 1978
 - SMP N 87 Pondok Pinang Kebayoran lama Jaksel Lulus 1983
 - SMA N 29 Kebayoran Lama Jaksel Lulus 1985
 - S1 Jurusan Biologi FMIPA IPB Bogor Lulus 1990
 - S2 Ilmu Pengetahuan Kehutanan Pasca Sarjana IPB Bogor Lulus 2000
 Bidang Keahlian : Fisiologi Tumbuhan dan Kultur jaringan (Tissue Culture)

Ketua Kelompok

Nama lengkap : Indira Wahyu Septa Anggraeni
 NIM : E34080113
 Fakultas/Departemen : Kehutanan/Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata
 Perguruan Tinggi : Institut Pertanian Bogor
 Tempat/tanggal lahir : Surabaya/20 September 1990

Karya ilmiah yang pernah dibuat : -

Penghargaan ilmiah yang diraih : -

Anggota Kelompok

Nama lengkap : Aditya Kuspriyanga
 NIM : E34080070

Fakultas/Departemen : Kehutanan/ Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata
Perguruan Tinggi : Institut Pertanian Bogor
Tempat/tanggal lahir : Banyumas/27 Desember 1989

Karya ilmiah yang pernah dibuat :

- Terung Pipit(*Solanum torvum*) sebagai Obat alternatif Penderita Rabun Jauh (PKM-P)

Penghargaan ilmiah yang diraih : -

Anggota Kelompok

Nama lengkap : Ahmad Baiquni Rangkuti
NIM : E44090035
Fakultas/Departemen : Kehutanan/Silvikultur
Perguruan Tinggi : Institut Pertanian Bogor
Tempat/tanggal lahir : Sibolga/ 24 mei 1991

Karya ilmiah yang pernah dibuat :

- Pembuatan Produk Makanan dari Ubur-ubur (PKM-K)

Penghargaan ilmiah yang diraih : -