

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Peranan Agroforestri Dalam Mengurangi Gas Rumah Kaca Dan Mempertahankan Cadangan Karbon

Upaya meningkatkan cadangan karbon (*C stock*) di alam secara vegetatif (misalnya dengan memperbanyak penanaman pepohonan) merupakan pelayanan terhadap lingkungan yang diharapkan dapat mengurangi dampak rumah kaca. Dalam pertumbuhannya, tanaman menyelenggarakan proses fotosintesis yang memerlukan sinar matahari, CO<sub>2</sub> dari udara, air dan hara dari dalam tanah. Dengan demikian keberadaan tanaman dapat mengurangi konsentrasi CO<sub>2</sub> di atmosfer, dan hasilnya berupa karbohidrat diakumulasi dalam biomasa tanaman. Tinggi rendahnya serapan CO<sub>2</sub> di atmosfer bervariasi, tergantung pada jenis tanaman penyusun dan umur lahan.

#### a) Gas rumah kaca

Gas rumah kaca adalah gas-gas di atmosfer yang dapat menimbulkan perubahan dalam kesetimbangan radiasi sehingga mempengaruhi suhu atmosfer bumi. Gas-gas tersebut dinamakan gas rumah kaca (GRK) karena kemampuannya dalam menyerap dan memantulkan kembali radiasi gelombang panjang yang bersifat panas seperti yang dilakukan oleh kaca, sehingga menimbulkan efek pemanasan yang disebut efek rumah kaca (ERK). Gas-gas utama yang telah disepakati dalam perjanjian internasional untuk dikurangi konsentrasinya adalah karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), metana (CH<sub>4</sub>), Nitrous oksida (N<sub>2</sub>O). Konsentrasi GRK ini semakin meningkat dengan makin meningkatnya kegiatan manusia yang menggunakan bahan bakar fosil (BBF) untuk pembangkit tenaga listrik, transportasi, industri serta kegiatan yang berhubungan dengan alih-guna lahan untuk penyediaan lahan baru bagi pertanian (termasuk perkebunan) dan pemukiman. Dengan meningkatnya jumlah penduduk dan kegiatan manusia yang makin banyak menggunakan energi, perubahan konsentrasi CO<sub>2</sub> menjadi makin tak terkendali hingga menyebabkan peningkatan konsentrasi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>).

Peningkatan konsentrasi yang tajam ini membawa dampak langsung terhadap perubahan iklim melalui perubahan suhu dan perubahan distribusi hujan

baik dalam skala waktu maupun ruang dengan implikasi sosial-ekonomi yang luas. Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) adalah GRK utama yang paling besar jumlahnya yang dihasilkan oleh kegiatan manusia dengan laju emisi yang sangat besar, maka gas ini sering dipakai sebagai standar atau acuan bagi perubahan komposisi atmosfer dan perubahan iklim global. Oleh karena itu pada bab ini, pengkajian hanya dibatasi pada isu pengurangan gas CO<sub>2</sub> di atmosfer.

#### b) Siklus Karbon di tingkat global

Dimulainya kehidupan di bumi ini menyebabkan terjadinya konversi CO<sub>2</sub> yang sudah ada di atmosfer dan di lautan menjadi bentuk-bentuk organik maupun anorganik lain yang terdapat di lautan dan daratan. Sejak ribuan tahun yang lalu perkembangan kehidupan di berbagai ekosistem yang ada di alam ini telah membentuk suatu pola aliran karbon melalui sistem lingkungan global. Pertukaran C terjadi secara alami antara atmosfer, lautan dan daratan, namun pola pertukaran itu telah dirubah karena adanya aktivitas manusia dan alihguna lahan ( Widiyanto *et al.* 2003.)

### **2.2 Peranan Agroforestri Terhadap Kualitas Lahan**

Tegakan agroforestri memiliki dampak positif dalam memperbaiki dan meningkatkan kualitas lahan, antara lain tegakan pohon/tanaman yang intensif akan menekan laju evaporasi dan mengurangi intensitas sinar matahari, sehingga akan terbentuk iklim mikro yang kondusif bagi kehidupan mikroorganisme dan tanaman terutama pada musim kering. Keragaman tajuk (multi strata) berbagai spesies pohon, tanaman semusim bersama seresahnya di permukaan tanah disamping dapat berfungsi mengurangi energi kinetik pukulan butir hujan pada permukaan tanah, juga dapat mempertahankan iklim mikro akibat meningkatnya penutupan tanah. Tajuk tanaman dan seresah yang berada di permukaan lahan akan mengurangi suhu tanah dan berpengaruh dalam proses dekomposisi dan mineralisasi (pelepasan hara). Keanekaragaman spesies tanaman dengan tajuk dan perakaran yang berbeda, dapat meningkatkan pemanfaatan sumberdaya yang tersedia secara efisien, baik dalam pemanfatan sinar matahari, unsur hara dan air. Keragaman tanaman akan mengurangi pencucian N dalam tanah, dan juga penting

dalam mempertahankan pasokan substrat bagi ekosistem tanah-tanaman secara berkelanjutan. Sistem agroforestri meningkatkan kualitas tanah, yang ditunjukkan oleh perbaikan struktur tanah (peningkatan berat volume tanah), lengas tanah, kesuburan kimia yang ditunjukkan oleh nisbah C/N, dan kesuburan biologi tanah yang ditunjukkan oleh peningkatan aktivitas dan diversitas biota tanah (Solehani dan Suwarji, 2007).

Masuknya tanaman tahunan (hutan) dalam sistem agroforestri mempunyai potensi mampu mengeksploitasi hara yang tak terjangkau oleh perakaran semusim, menangkap hara yang bergerak turun maupun yang bergerak lateral dalam profil tanah, dan melarutkan bentuk hara esensial yang tidak tersedia bagi tanaman semusim. Pada tanaman tahunan lebih efisien memanfaatkan N dan pengendalian  $\text{NO}_3$  melalui pemanfaatan kembali hara di bawah zone eksploitasi akar tanaman dengan bantuan pepohonan berakar dalam, dikenal dengan istilah *nutrient pumping* (Purwanto, 2007). Dengan memasukan ternak dalam usaha tani agroforestri, menambah pasokan pupuk organik dalam usaha taninya sehingga pengelolaan kesuburan tanahnya akan lebih terjamin. Dalam sistem agroforestri melalui keragaman masukan seresah dan keragaman perakarannya, mampu mempertahankan aktifitas dan keragaman biota tanah. Seresah yang berada di permukaan tanah akan mendorong aktivitas biota tanah yang termasuk *soil ecosystem engineers* sehingga memperbaiki pori tanah. Pertanian yang berbasis pohon lebih mampu merawat diversitas cacing tanah dari pada pertanian semusim (Dewi, 2007).

Biodiversitas dalam tanah berperan penting dalam keberlanjutan fungsi ekosistem, antara lain sebagai agen pendorong primer dalam siklus hara, mengatur kandungan bahan organik tanah dan penyerapan C. Penetrasi berbagai perakaran tanaman ke dalam profil tanah pada sistem agroforestri dapat menciptakan lapisan atas yang granuler dan menciptakan pori yang tidak mudah tersumbat sehingga memacu perkembangan mikro morfologi tanah. Kombinasi antara adanya penetrasi akar tanaman, bahan organik tanah, aktivitas biota tanah dan stabilitas sifat fisik tanah akan memperbaiki porositas dan ekosistem mikro tanah. Pengembangan sistem agroforestri di lahan marginal masam (Ultisol dan Oxisol) yang kurang unsur hara P, menunjukkan bahwa penerapan sistem ini mampu

meningkatkan kandungan P-total tanah, peningkatan P-labil yang didominasi oleh P-organik labil (Rahayu *et al.*, 2007).

Kemampuan agroforestri untuk meningkatkan kualitas fisik, biokimia, morfologi tanah dan air tanah merupakan hal yang penting dan vital mengingat hal-hal tersebut merupakan faktor pembatas utama bagi produktivitas lahan kering. Beberapa keuntungan yang diperoleh melalui penerapan sistem agroforestri meliputi : 1) mampu mengoptimalkan input lokal, 2) meningkatkan pendapatan petani dan mengurangi resiko kegagalan total, 3) menyediakan lapangan pekerjaan bagi masyarakat, 4) sifatnya yang tidak bertentangan dengan kondisi sosial masyarakat, dan 5) mempunyai peran penting dalam upaya rehabilitasi lahan kritis dan peningkatan kualitas lahan.

Agroforestri dapat mengurangi resiko petani mengalami gagal panen total. Jika salah satu jenis tanaman gagal akibat musim atau hama penyakit, atau resiko perkembangan pasar yang sulit diperkirakan, maka tanaman yang lain masih bisa diharapkan untuk panen. Agroforestri juga dapat berperan sebagai kebun dapur yang memasok bahan makanan pelengkap (sayuran, buah, rempah, bumbu). Keanekaragaman sumber nabati dan hewani dalam sistem agroforestri dapat menyerupai peran hutan alam dalam menyediakan beragam hasil yang akhir-akhir ini semakin langka dan mahal seperti kayu, bahan pangan, bahan atap, tanaman obat, dan lain-lain.

### **2.3 Peranan Agroforestri Terhadap Kesuburan Tanah**

Lapisan tanah atas adalah bagian yang paling cepat dan mudah terpengaruh oleh berbagai perubahan dan perlakuan. Kegiatan selama berlangsungnya proses alih-guna lahan segera mempengaruhi kondisi permukaan tanah. Penebangan hutan atau pepohonan mengakibatkan permukaan tanah menjadi terbuka, sehingga terkena sinar matahari dan pukulan air hujan secara langsung. Berbagai macam gangguan langsung juga menimpa permukaan tanah, seperti menahan beban akibat menjadi tumpuan lalu lintas kendaraan, binatang dan manusia dalam berbagai kegiatan seperti menebang dan mengangkut pohon, mengolah tanah, menanam dan seterusnya. Dampak langsung dari berbagai kegiatan tersebut adalah menurunnya porositas tanah yang ditandai oleh

peningkatan nilai berat isi. Tanah (umumnya lapisan atas) menjadi mampat karena ruangan pori berkurang (terutama ruang pori yang berukuran besar). Berkurangnya ruangan pori makro mengakibatkan penurunan infiltrasi (laju masuknya air ke dalam tanah), penurunan kapasitas menahan air dan kemampuan tanah untuk melewati air (daya hantar air). Sistem agroforestri pada umumnya dapat mempertahankan sifat-sifat fisik lapisan tanah atas sebagaimana pada sistem hutan. Sistem agroforestri mampu mempertahankan sifat-sifat fisik tanah melalui:

- 1) Menghasilkan seresah sehingga bisa menambahkan bahan organik tanah
- 2) Meningkatkan kegiatan biologi tanah dan perakaran
- 3) Mempertahankan dan meningkatkan ketersediaan air dalam lapisan perakaran

Sifat-sifat fisik tanah (lapisan atas) yang paling penting dan dibutuhkan untuk menunjang pertumbuhan berbagai jenis tanaman dan pepohonan adalah struktur dan porositas tanah, kemampuan menahan air dan laju infiltrasi. Lapisan atas tanah merupakan tempat yang mawadahi berbagai proses dan kegiatan kimia, fisik dan biologi yakni organisme makro dan mikro termasuk perakaran tanaman dan pepohonan. Untuk menunjang berlangsungnya proses-proses kimia, fisik dan biologi yang cepat diperlukan air dan udara yang tersedia pada saat yang tepat dan dalam jumlah yang memadai. Oleh karena itu tanah harus memiliki sifat fisik yang bisa mendukung terjadinya sirkulasi udara dan air yang baik. ( Widiyanto *et al.* 2003)