

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Karbon

Karbon atau zat arang merupakan unsur kimia yang mempunyai simbol C dan nomor atom 6 pada tabel periodik. Sebagai unsur golongan 14 pada tabel periodik, karbon merupakan unsur non-logam dan bervalensi 4 (tetravalen), yang berarti bahwa terdapat empat elektron yang dapat digunakan untuk membentuk ikatan kovalen. Terdapat tiga macam isotop karbon yang ditemukan secara alami, yakni ^{12}C dan ^{13}C yang stabil, dan ^{14}C yang bersifat radioaktif dengan waktu paruh peluruhannya sekitar 5730 tahun. Karbon merupakan salah satu dari di antara beberapa unsur yang diketahui keberadaannya sejak zaman kuno. Istilah karbon berasal dari bahasa Latin *Carbo*, yang berarti batu bara (anonim, 2015. <http://www.amazine.co/25967/karbon-c-fakta-sifat-kegunaan-efek-kesehatannya/> . diakses tanggal 25 Januari 2015).

Karbon merupakan komponen penting penyusun biomassa tanaman. Hasil rangkuman berbagai studi terhadap berbagai jenis pohon diperkirakan kadar karbon sekitar 45–46% bahan kering dari tanaman (Brown, 1997). Menurut Kumar dan Nair (2011), tempat penyimpanan utama karbon adalah dalam biomassa pohon (termasuk bagian atas yang meliputi batang, cabang, ranting, daun, bunga dan buah, bagian bawah yang meliputi akar), bahan organik mati (nekromassa), serasah, tanah, dan yang tersimpan dalam bentuk produk kayu.

Karbon merupakan zat yang telah ada semenjak proses terbentuknya bumi. Karbon terdapat pada semua benda mati dan makhluk hidup. Karbon terdapat di udara dalam bentuk gas karbondioksida. Pada tumbuhan, karbon terdapat pada

batang, daun, akar, buah, juga pada daun-daun kering yang telah berguguran. Sebagian karbon pada tumbuhan membentuk suatu zat yang disebut hidrat arang atau karbohidrat. Hidrat arang merupakan zat yang sangat dibutuhkan oleh manusia maupun hewan sebagai sumber tenaga dan pertumbuhan. Karbon dari tumbuhan berpindah ke tubuh manusia dan hewan ketika mereka memakannya. Maka karbon pun menyebar ke seluruh bagian tubuh menjadi bagian-bagian dari tulang, kuku, daging dan kulit. Karbon juga tersimpan dalam perut bumi sebagai batu kapur, grafit, intan, minyak bumi, gas alam, batu bara dan tanah gambut (Tugas Suprianto ,dkk., 2012)

Karbon yang berasal dari makhluk hidup seperti batubara dan minyak bumi disebut karbon organik. Adapun yang bukan berasal dari makhluk hidup seperti batu kapur disebut karbon anorganik (Tugas Suprianto,dkk., 2012)

Batubara dan minyak bumi merupakan cadangan karbon atau sumber karbon yang ada di bumi. Batubara terbentuk dari tumbuhan mati yang telah tertimbun tanah selama jutaan tahun. Sedangkan minyak bumi terbentuk dari hewan-hewan yang mati jutaan tahun lalu, sebagian jasadnya berubah menjadi karbon yang tersimpan dalam minyak bumi (Tugas Suprianto,dkk., 2012)

Berbagai aktivitas di bumi menyebabkan terlepasnya karbon ke udara. Karbon yang semula berbentuk padat pada saat terlepas berubah menjadi gas, contohnya karbondioksida. Karbondioksida dihasilkan seluruh makhluk hidup. Manusia dan hewan di darat dan di laut, termasuk hewan-hewan kecil yang disebut mikroorganisme, serta berbagai tumbuhan dan jamur menghasilkan karbondioksida (Tugas Suprianto,dkk., 2012)

1. Ciri-ciri dan sifat

Karbon memiliki beberapa jenis alotrop, yang paling terkenal adalah grafit, intan, dan karbon amorf. Sifat-sifat fisika karbon bervariasi bergantung pada jenis alotroponya. Sebagai contohnya, intan berwarna transparan, sedangkan grafit berwarna hitam dan kusam. Intan merupakan salah satu materi terkeras di dunia, sedangkan grafit cukup lunak untuk meninggalkan bekasnya pada kertas. Intan memiliki konduktivitas listrik yang sangat rendah, sedangkan grafit adalah konduktor listrik yang sangat baik. Di bawah kondisi normal, intan memiliki konduktivitas termal yang tertinggi di antara materi-materi lain yang diketahui. Semua alotrop karbon berbentuk padat dalam kondisi normal, tetapi grafit merupakan alotrop yang paling stabil secara termodinamik di antara alotrop-alotrop lainnya (Susilo, 1993 dalam Anonim, 2015. <http://www.amazine.co/25967/karbon-c-fakta-sifat-kegunaan-efek-kesehatannya/> . diakses tanggal 25 Januari 2015)

Karbon adalah unsur paling berlimpah ke-15 di kerak Bumi dan ke-4 di alam semesta setelah Nitrogen, Oksigen dan Argon. Karbon terdapat pada semua jenis makhluk hidup, dan pada manusia. Keberlimpahan karbon ini, bersamaan dengan keanekaragaman senyawa organik dan kemampuannya membentuk polimer membuat karbon sebagai unsur dasar kimiawi kehidupan. Unsur ini adalah unsur yang paling stabil di antara unsur-unsur yang lain, sehingga dijadikan patokan dalam mengukur satuan massa atom. Semua alotrop karbon sangat stabil dan memerlukan suhu yang sangat tinggi untuk bereaksi, bahkan dengan oksigen. Keadaan oksidasi karbon yang paling umumnya ditemukan adalah +4, sedangkan +2 dijumpai pada karbon monoksida dan senyawa kompleks logam transisi lainnya.

Sumber karbon anorganik terbesar terdapat pada batu kapur, dolomit, dan karbon dioksida, sedangkan sumber organik terdapat pada batu bara, tanah gambut, minyak bumi, dan klatrat metana. Karbon dapat membentuk lebih banyak senyawa dibandingkan unsur-unsur lainnya, dengan hampir 10 juta senyawa organik murni yang telah dideskripsikan sampai sekarang (Susilo,1993 dalam Anonim, 2015. <http://www.amazine.co/25967/karbon-c-fakta-sifat-kegunaan-efek-kesehatannya/>. diakses tanggal 25 Januari 2015)

Karbon juga diperkirakan mempunyai bentuk keempat, yaitu karbon Ceraphite (serafit) yang merupakan bahan terluak, sedangkan berlian bahan yang terkeras. Grafit ditemukan dalam dua bentuk: alfa dan beta. Mereka memiliki sifat identik, kecuali struktur kristal mereka. Grafit alami dilaporkan mengandung sebanyak 30% bentuk beta, sedangkan bahan sintesis memiliki bentuk alfa. Bentuk alfa hexagonal dapat dikonversi ke beta melalui proses mekanikal, dan bentuk beta kembali menjadi bentuk alfa dengan cara memanaskannya pada suhu di atas 1000 derajat Celcius. Pada tahun 1969, ada bentuk alotropik baru karbon yang diproduksi pada saat sublimasi grafit pirolotik (*pyrolytic gaphite*) pada tekanan rendah.

Karbon dapat menyublim dalam busur karbon yang memiliki temperatur sekitar 5.800 Kelvin, sehingga tak peduli dalam bentuk alotrop apapun, karbon akan tetap berbentuk padat pada suhu yang lebih tinggi daripada titik lebur logam tungsten ataupun renium. Walaupun karbon secara termodinamika mudah teroksidasi, karbon lebih sulit teroksidasi daripada senyawa lainnya (seperti besi dan tembaga). Karbon merupakan unsur dasar segala kehidupan di Bumi. Walaupun terdapat berbagai jenis senyawa yang terbentuk dari karbon, kebanyakan

karbon jarang bereaksi di bawah kondisi yang normal. Di bawah temperatur dan tekanan standar, karbon tahan terhadap segala oksidator terkecuali oksidator yang terkuat. Karbon tidak bereaksi dengan asam sulfat, asam klorida, klorin, maupun basa lainnya

2. Keberadaan di alam

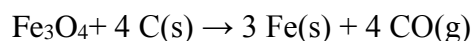
Karbon dioksida ditemukan di atmosfer bumi dan terlarut dalam air. Karbon juga merupakan bahan batu besar dalam bentuk karbonat unsur-unsur berikut: kalsium, magnesium, dan besi. Batubara, minyak dan gas bumi adalah hidrokarbon. Karbon sangat unik karena dapat membentuk banyak senyawa dengan hidrogen, oksigen, nitrogen dan unsur-unsur lainnya. Dalam banyak senyawa ini atom karbon sering terikat dengan atom karbon lainnya. Ada sekitar sepuluh juta senyawa karbon, ribuan di antaranya sangat vital bagi kehidupan. Tanpa karbon, basis kehidupan menjadi mustahil. Walau silikon pernah diperkirakan dapat menggantikan karbon dalam membentuk beberapa senyawa, sekarang ini diketahui sangat sukar membentuk senyawa yang stabil dengan untaian atom-atom silikon.

Beberapa senyawa-senyawa penting karbon adalah karbon dioksida (CO_2), karbon monoksida (CO), karbon disulfida (CS_2), kloroform (CHCl_3), karbon tetraklorida (CCl_4), metana (CH_4), etilen (C_2H_4), asetilen (C_2H_2) benzena (C_6H_6), asam cuka (C_3COOH) dan turunan – turunannya.

3. Manfaat

Pada temperatur yang tinggi, karbon dapat bereaksi dengan oksigen, menghasilkan oksida karbon oksida dalam suatu reaksi yang mereduksi oksida

logam menjadi logam. Reaksi ini bersifat eksotermik dan digunakan dalam industri besi dan baja untuk mengontrol kandungan karbon dalam baja:



Pada temperatur tinggi, karbon yang dicampur dengan logam tertentu akan menghasilkan karbida logam, seperti besi karbida sementit dalam baja, dan tungsten karbida yang digunakan secara luas sebagai abrasif.

Pada tahun 2009, grafena diketahui sebagai material terkuat di dunia yang pernah diujicobakan. Walaupun demikian, proses pemisahan grafena dari grafit masih belum cukup ekonomis untuk digunakan dalam proses industri.

Dalam pertanian karbon penting sebagai pembangun bahan organik karena sebagian besar bahan kering tanaman terdiri dari bahan organik, diambil tanaman berupa CO₂.

B. Carbon Stock

Carbon Stock adalah cadangan karbon yang terdapat di alam, menurut *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) Lima sumber karbon yaitu : Biomas di atas tanah (*above ground biomass*), Biomas di bawah tanah (*below ground biomass*), Pohon yang mati (*dead wood*), Seresah (*litter*), Tanah (*Soil*).

Dalam estimasi karbon hutan, *carbon pool* yang diperhitungkan setidaknya ada 4 kantong karbon. Keempat kantong karbon tersebut adalah biomassa atas permukaan, biomassa bawah permukaan, bahan organik mati dan karbon organik tanah.

Cadangan karbon (*C-stock*) diartikan sebagai adanya potensi jangka panjang dalam biomassa hutan dan produk hutan. Satuan potensi massa karbon

hutan adalah tonC/ha, sedangkan fluks karbon adalah tonC/ha/tahun (Nabuurs, dkk., 1995).

Nur Masripatin, dkk.. (2010) dalam Dalam Pedoman Pengukuran Karbon untuk mendukung Penerapan REDD+ di Indonesia, menjelaskan bahwa ada lima sumber karbon yang disepakati dalam perhitungan emisi adalah biomasa di atas tanah (*above ground biomass*), biomasa di bawah tanah (*below ground biomass*), sisa-sisa kayu mati (*necromass*), serasah (*litter*) dan tanah (*soil*).

Biomassa atas permukaan adalah semua material hidup di atas permukaan. Biomassa yang menjadi bagian dari kantong karbon ini adalah batang, tunggul, cabang, kulit kayu, biji dan daun dari vegetasi baik dari strata pohon maupun dari strata tumbuhan bawah di lantai hutan.

Biomassa bawah permukaan adalah semua biomassa dari akar tumbuhan yang hidup. Pengertian akar ini berlaku hingga ukuran diameter tertentu yang ditetapkan. Hal ini dilakukan sebab akar tumbuhan dengan diameter yang lebih kecil dari ketentuan cenderung sulit untuk dibedakan dengan bahan organik tanah dan serasah.

Bahan organik mati meliputi kayu mati dan serasah. Serasah dinyatakan sebagai semua bahan organik mati dengan diameter yang lebih kecil dari diameter yang telah ditetapkan dengan berbagai tingkat dekomposisi yang terletak di permukaan tanah. Kayu mati adalah semua bahan organik mati yang tidak tercakup dalam serasah baik yang masih tegak maupun yang roboh di tanah, akar mati, dan tunggul dengan diameter lebih besar dari diameter yang telah ditetapkan. Karbon

organik tanah mencakup karbon pada tanah mineral dan tanah organik termasuk gambut.

Hutan, tanah laut dan atmosfer semuanya menyimpan karbon yang berpindah secara dinamis diantara tempat-tempat penyimpanan tersebut sepanjang waktu. Tempat penyimpanan ini disebut dengan kantong karbon aktif (*active carbon pool*).

Penggundulan hutan akan mengubah kesetimbangan karbon dengan meningkatkan jumlah karbon yang berada di atmosfer dan mengurangi karbon yang tersimpan di hutan, tetapi hal ini tidak menambah jumlah keseluruhan karbon yang berinteraksi dengan atmosfer. Simpanan karbon lain yang penting adalah deposit bahan bakar fosil. Simpanan karbon ini tersimpan jauh di dalam perut bumi dan secara alami terpisah dari siklus karbon di atmosfer, kecuali jika simpanan tersebut diambil dan dilepaskan ke atmosfer ketika bahan-bahan tersebut dibakar semua pelepasan karbon dari simpanan ini akan menambah karbon yang berada di kantong karbon aktif (*active carbon pool*).

Peningkatan jumlah karbon di atmosfer selain akibat kerusakan hutan, juga dipengaruhi oleh laju pembakaran bahan bakar fosil sehingga jumlah karbon yang berada di atmosfer meningkat dengan pesat. Tumbuhan akan mengurangi karbon di atmosfer (CO₂) melalui proses fotosintesis dan menyimpannya dalam jaringan tumbuhan, sampai waktunya karbon tersebut tersikluskan kembali ke atmosfer dan akan menempati salah satu dari sejumlah kantong karbon. Semua komponen penyusun vegetasi baik pohon, semak, liana dan epifit merupakan bagian dari biomassa atas permukaan. Di bawah permukaan tanah, akar tumbuhan juga

merupakan penyimpan karbon selain tanah itu sendiri. Pada tanah gambut, jumlah simpanan karbon mungkin lebih besar dibandingkan dengan simpanan karbon yang ada di atas permukaan. Karbon juga masih tersimpan pada bahan organik mati dan produk-produk berbasis biomassa seperti produk kayu baik ketika masih dipergunakan maupun sudah berada di tempat penimbunan. karbon dapat tersimpan dalam kantong karbon dalam periode yang lama atau hanya sebentar. Peningkatan jumlah karbon yang tersimpan dalam karbon pool ini mewakili jumlah karbon yang terserap dari atmosfer.

Karbon direduksi oleh vegetasi dalam hutan melalui mekanisme *sekuestrasi*, yaitu bagian dari proses fotosintesis. Penyerapan karbon dari atmosfer dan penyimpanannya dalam beberapa kompartemen seperti tumbuhan, serasah dan materi organik tanah (Kurniatun H dan Rahayu., 2007). Karbon yang diserap tumbuhan selama fotosintesis, bersama sama dengan nutrien yang diambil dari tanah, menghasilkan bahan baku untuk pertumbuhan (Setyawan, ,dkk., 2002).

Dalam proses fotosintesis, CO₂ dari atmosfer diikat oleh vegetasi dan disimpan dalam bentuk biomassa. *Carbon sink* berhubungan erat dengan biomassa tegakan. Jumlah biomassa suatu kawasan diperoleh dari produksi dan kerapatan biomassa yang diduga dari pengukuran diameter, tinggi, dan berat jenis pohon. Biomassa dan *carbon sink* pada hutan tropis merupakan jasa hutan diluar potensi biofisik lainnya, dimana potensi biomassa hutan yang besar adalah menyerap dan menyimpan karbon guna pengurangan CO₂ di udara. Manfaat langsung dari pengolahan hutan berupa hasil kayu hanya 4,1%, sedangkan fungsi optimal hutan dalam penyerapan karbon mencapai 77,9% (Darusman, 2006).

C. Biomassa

Sutaryo (2009), mendefinisikan Biomassa merupakan Keseluruhan materi yang berasal dari makhluk hidup, termasuk bahan organik baik yang hidup maupun yang mati, baik yang ada di atas permukaan tanah maupun yang ada di bawah permukaan tanah, misalnya pohon, hasil panen, rumput, serasah, akar, hewan dan sisa /kotoran hewan.

Biomassa adalah total berat atau volume organisme dalam suatu area atau volume tertentu (*a glossary by the IPCC,1995*). Biomassa juga didefinisikan sebagai total jumlah materi hidup di atas permukaan pada suatu pohon dan dinyatakan dengan satuan ton berat kering per satuan luas (Brown, 1997).

Di permukaan bumi ini, kurang lebih terdapat 90 % biomassa yang terdapat dalam hutan berbentuk pokok kayu, dahan, daun, akar dan sampah hutan (serasah), hewan, dan jasad renik (Arifin A, 2005 dalam Wahyu, ,dkk., 2006). Biomassa ini merupakan tempat penyimpanan karbon dan disebut rosot karbon (*carbon sink*).

Sejalan dengan perkembangan isu yang terkait dengan biomassa hutan, maka penelitian atau pengukuran biomassa hutan mengharuskan pengukuran biomassa dari seluruh komponen hutan. Dalam perkembangannya, pengukuran biomassa hutan mencakup seluruh biomassa hidup yang ada di atas dan di bawah permukaan dari pepohonan, semak, palem, anakan pohon, dan tumbuhan bawah lainnya, tumbuhan menjalar, liana, epifit dan sebagainya ditambah dengan biomassa dari tumbuhan mati seperti kayu dan serasah.

Biomassa hutan sangat relevan dengan isu perubahan iklim. Biomasa hutan berperan penting dalam siklus biogeokimia terutama dalam siklus karbon. Dari

keseluruhan karbon hutan, sekitar 46% diantaranya terseimpan dalam vegetasi hutan. Sebagai konsekuensi, jika terjadi kerusakan hutan, kebakaran, pembalakan akan menambah jumlah karbon di atmosfer (Sutaryo, 2009).

Biomassa menunjukkan jumlah potensial karbon yang dapat dilepas ke atmosfer sebagai karbon dioksida ketika hutan ditebang dan atau dibakar. Sebaliknya, melalui penaksiran dapat dilakukan perhitungan jumlah karbondioksida yang dapat diikat dari atmosfer dengan cara melakukan reboisasi atau dengan penanaman (Brown, 1997). Besarnya biomassa tegakan hutan dipengaruhi oleh umur tegakan hutan, sejarah perkembangan vegetasi, komposisi dan struktur tegakan (Lugo dan Snedaker, 1974 dalam Kusmana, 1993). Faktor iklim, seperti curah hujan dan suhu merupakan faktor yang mempengaruhi laju peningkatan biomassa pohon (Kusmana, 1993). Faktor – faktor iklim tersebut dapat berdampak pada proses biologi dalam pengambilan karbon oleh tanaman dan penggunaan karbon dalam aktivitas dekomposisi (Murdiyarso, dkk., 1999).

Pendugaan biomassa hutan dibutuhkan untuk mengetahui perubahan cadangan karbon dan untuk tujuan lain. Pendugaan biomassa di atas permukaan tanah sangat penting untuk mengkaji cadangan karbon dan efek dari deforestasi serta penyimpanan karbon dalam keseimbangan karbon secara global (Ketterings, *et al.*, 2001). Karbon tiap tahun biasanya dipindahkan dari atmosfer ke dalam ekosistem muda, seperti hutan tanaman atau hutan baru setelah penebangan, kebakaran atau gangguan lainnya (Kurniatun H, dkk., 2001). Sehingga jangka panjang penyimpanan karbon di dalam hutan akan sangat tergantung pada pengelolaan hutannya sendiri termasuk cara mengatasi gangguan yang mungkin

terjadi (Murdiyarto, dkk., 1999). Selain itu menurut (Kurniatun H, dkk., 2001), potensi penyerapan karbon oleh ekosistem tergantung pada tipe dan kondisi ekosistemnya yaitu komposisi jenis, struktur, dan sebaran umur (khusus untuk hutan).

Biomassa tersusun dari senyawa karbohidrat yang terdiri dari elemen karbon, hidrogen, dan oksigen yang dihasilkan dari proses fotosintesis tanaman. Menurut Kraenzel (2003) potensi biomassa pada berbagai bagian pohon Jati yang berumur 20 tahun berbeda yaitu bagian batang sebesar 65,28%, cabang 16,76%, ranting 1,28%, daun 3,01%, akar 13,41% dan bunga 0,26%. White dan Plaskett (1981) dalam Langi (2007) menyatakan bahwa pohon pada bagian batang memiliki komposisi selulosa 46%, hemiselulosa 20% dan lignin 30%. Jumlah total biomassa tumbuhan suatu area dapat bertambah karena tumbuhan menyerap CO₂ dari udara dan mengubah zat tersebut menjadi bahan organik melalui proses fotosintesis.

Pendugaan biomassa bisa didekati dengan dua cara (Brown, 1997). Pendekatan pertama dilakukan berdasarkan pendugaan volume batang kayu berkulit sampai batang bebas cabang, kemudian diubah menjadi kerapatan biomassa (ton/hektar) dengan mengalikan dengan faktor ekspansi biomassa. Pendekatan kedua dilakukan dengan menggunakan alometrik persamaan regresi biomassa. Persamaan alometrik biomassa pohon pada umumnya menggunakan hubungan antara biomassa pohon (kg/hektar) dengan diameter setinggi dada (dbh) (cm) atau tinggi pohon (m). Hubungan tersebut dapat dinyatakan sebagai bentuk:

$$Y = a D_b^b \text{ dan } Y = a D_b^b T_c^c$$

Y adalah biomassa pohon, D adalah diameter setinggi dada, T adalah tinggi pohon, a, b dan c adalah konstanta.

D. Iklim mikro

Iklim mikro merupakan kondisi iklim pada suatu ruang yang sangat terbatas, tetapi komponen iklim ini penting artinya bagi kehidupan manusia, tumbuhan dan hewan, karena kondisi udara pada skala mikro ini yang akan berkontak langsung dengan (dan mempengaruhi secara langsung) makhluk-makhluk hidup tersebut. Makhluk hidup tanggap terhadap dinamika atau perubahan-perubahan dari unsur-unsur iklim di sekitarnya. Keadaan unsur-unsur iklim ini akan mempengaruhi tingkah laku dan metabolisme yang berlangsung pada tubuh makhluk hidup, sebaliknya, keberadaan makhluk hidup tersebut (terutama tumbuhan) akan pula mempengaruhi keadaan iklim mikro di sekitarnya. Antara makhluk hidup dan udara di sekitarnya akan terjadi saling pengaruh atau interaksi satu sama lain (Benyamin L, 2002).

Hubungan antara hutan dan iklim mikro telah banyak dibahas secara ilmiah, hubungan saling ketergantungan antara satu sama lain menyebabkan banyak aspek yang dapat dikaji dan diteliti, salah satunya jika terjadi perubahan penggunaan lahan dari hutan menjadi non hutan.

Hutan merupakan komponen penyeimbang berbagai siklus di alam, termasuk untuk sirkulasi iklim dan cuaca skala lokal. Peran hutan dalam mengatur temperatur bumi dan pola cuaca adalah dengan menyimpan karbon dan air dalam jumlah besar, fungsi sebagai pengatur ini juga memberikan pengaruh yang sangat besar pada iklim lokal. Secara umum hubungan antara iklim, vegetasi dan hutan

sangat kompleks dan masih membutuhkan penelitian lebih lanjut (Larsen *and* MacDonald 1998; Drobyshev 2004).

Peranan hutan sebagai pengatur iklim mikro pada lingkungan di sekitarnya sangat penting. Tiap kondisi hutan akan memiliki kemampuan yang berbeda dalam hal mengatur iklim mikro pada suatu lingkungan hutan, misalnya temperatur udara, kelembaban udara, penerimaan cahaya matahari, dan defisit tekanan uap air.

Timbulnya iklim mikro disebabkan oleh adanya perbedaan- perbedaan dari keadaan cuaca dan iklim yang cukup besar terutama proses sifat fisik lapisan atmosfer (Hassan, 1970). Menurut Anwar (1983), temperatur udara dekat permukaan tanah sangat dipengaruhi oleh besarnya radiasi matahari yang diserap oleh permukaan tanah itu sendiri. Radiasi yang diterima permukaan tanah pada siang hari, sebagian digunakan untuk memanaskan dan merambatkan ke bagian yang lebih dalam dan sebagian lagi diradiasikan kembali dalam bentuk gelombang panas yang memanaskan udara dan menguapkan air. Energi radiasi matahari pendek yang merambat ke dalam tanah diubah menjadi energi panas dalam tanah yang akan mempengaruhi temperatur tanah tersebut.

Selanjutnya dikemukakan oleh Tjasjono (1999), bahwa ada interaksi antara tumbuhan dan iklim. Pengaruh tumbuhan pada iklim adalah menjadi penting dengan semakin besarnya tumbuhan dan semakin banyaknya jumlah tumbuhan. Pada mulanya tumbuhan hanya dipengaruhi oleh iklim mikro saja, namun kemudian lambat laun dipengaruhi oleh iklim makro dan iklim meso. Ada hubungan yang erat antara pola iklim dengan distribusi tumbuhan, sehingga beberapa klasifikasi iklim didasarkan pada dunia tumbuh-tumbuhan. Tumbuhan

dipandang sebagai sesuatu yang kompleks dan peka terhadap pengaruh iklim misalnya pemanasan, kelembaban, penyinaran matahari, dan lain-lain. Tanpa unsur-unsur iklim ini, pada umumnya pertumbuhan tanaman akan terhambat, meskipun ada beberapa tanaman yang dapat menyesuaikan diri untuk tetap hidup dalam periode yang cukup lama jika kekurangan salah satu faktor tersebut. Unsur-unsur iklim yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman ialah curah hujan, suhu, angin, sinar matahari, kelembaban, dan evapotranspirasi.

Unsur iklim mikro seperti curah hujan, kelembaban relatif dan temperatur merupakan unsur yang menunjukkan adanya perubahan pola iklim mikro di suatu wilayah jika terjadi perubahan pada penggunaan lahan dan perubahan luas hutan dan vegetasi (Larjavaara, 2005). Perubahan iklim mikro juga akan memengaruhi keberadaan hutan di wilayah tersebut karena tumbuhan memiliki ketergantungan yang besar terhadap keadaan iklim dan cuaca (Spittlehouse, 2005).

Menurut Jumin (1989), temperatur udara dapat mempengaruhi iklim mikro tanaman. Pada prinsipnya temperatur yang dibutuhkan oleh organ tanaman diekspos dari matahari dan digunakan untuk beberapa proses. Temperatur akan mengaktifkan proses fisik dan proses kimia pada tanaman. Energi panas dapat menggiatkan reaksi-reaksi biokimia pada tanaman atau reaksi fisiologis dikontrol oleh selang temperatur tertentu. Temperatur meningkatkan perkembangan tanaman sampai batas tertentu.

Kelembaban berperan pada perkembangan kutikula, mencegah hidrasi kutikula, transpirasi yang akhirnya juga sangat berperan dalam mengurangi adanya *water stress*. Oleh karena itu dalam mencegah *water stress* kelembaban

nisbi lebih penting peranannya daripada kelembaban mutlak. Kelembaban nisbi bervariasi dari satu tempat ke tempat lain dan dari waktu ke waktu, karena dipengaruhi oleh faktor meteorologi dan fisiologi tanaman seperti transpirasi, respirasi dan fotosintesis. Kelembaban nisbi rendah secara morfologis mempengaruhi endapan lilin yang tebal. Kondisi ini secara fisiologis mempengaruhi kecepatan transpirasi (Jumin, 1989).

Pengaruh-pengaruh unsur iklim diatas yang memberi pengaruh pada karakter hutan di suatu daerah, demikian pula sebaliknya perubahan luas hutan dalam jumlah besar akan memberi pengaruh pada keadaan iklim di suatu wilayah (Carvalho, *et all.*, 2003). Perubahan jumlah vegetasi disuatu tempat sebagai akibat deforestasi dan kebakaran hutan akan mempengaruhi albedo dan iklim mikro di tempat tersebut.