

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Andisol

Andisol adalah tanah yang berwarna hitam kelam, sangat porous, mengandung bahan organik dan lempung tipe amorf, terutama alofan serta sedikit silika, alumina atau hidroksida-besi. Tanah yang terbentuk dari abu vulkanik ini umumnya ditemukan didaerah dataran tinggi (>400 m di atas permukaan laut) (Darmawijaya, 1990).

Andisol adalah tanah yang berkembang dari bahan vulkanik seperti abu vulkan, batu apung, silinder, lava dan sebagainya, dan atau bahan vulkanik lastik, yang fraksi koloidnya didominasi oleh mineral "Short-range order" (alofan, imogolit, ferihidrit) atau kompleks Al-humus. Dalam keadaan lingkungan tertentu, pelapukan alumino silikat primer dalam bahan induk non-vulkanik dapat menghasilkan mineral "Short-range order", sebagian tanah seperti ini yang termasuk dalam Andisol (Hardjowigeno, 2003).

Andisol di Indonesia terletak pada daerah yang mempunyai ketinggian 0 (pantai) hingga 3500 meter (puncak gunung) di atas permukaan laut, dengan bentuk wilayah datar sampai bergunung. Serta didaerah kondisi iklim tropika basah dan pada landscape vulkanik muda. Bahan induk Andisol berupa abu vulkanik yang dapat tersusun atas andesito desitik, andesit, basalto andesitik dan basaltik (Munir, 1996).

Andisol merupakan tanah-tanah mineral dimana fraksi aktifnya dicirikan oleh bahan-bahan amorf (minimal 50%). Tanah-tanah ini mempunyai kapasitas absorpsi tinggi, kandungan bahan organik yang tinggi, bulk density rendah, dan

bersifat tidak lekat atau lengket. Mempunyai duripan, terletak dari 25 cm sampai 1 meter di dalam tanah, atau pH diukur dengan 1 gram tanah halus tercampur dengan 1 N NaF, adalah sebesar 9,2 atau lebih yang menunjukkan adanya mineral alofan di dalam tanah (Tan, 1998). Selain itu sifat-sifat fisika Andisol di antaranya adalah struktur tanah di lapisan atas remah, tekstur tanah sedang, kedalaman efektif agak dalam sampai dalam, porositas tinggi dan permeabilitas cepat, memiliki epipedon histik, retensi air pada 15 bar kurang dari 15 % (kering udara), tingkat erodibilitas tinggi, dan kadang-kadang terdapat pseudosand.

Andisol merupakan tanah yang cukup subur. Di Indonesia Andisol merupakan tanah utama yang digunakan untuk perkebunan teh seperti di daerah Pangalengan (Jawa Barat), daerah sekitar Danau Toba (Sumatra Utara). Selain itu Andisol juga banyak digunakan untuk tanaman hortikultura baik berupa tanaman bunga, sayur-sayuran, maupun buah-buahan (Hardjowigeno, 2003).

## 2.2. Tanaman Kentang

Tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) merupakan tanaman semusim yang berbentuk semak, termasuk Divisi *Spermatophyta*, Subdivisi *Angiospermae*, Kelas *Dicotyledonae*, Ordo *Tubiflorae*, Famili *Solanaceae*, Genus *Solanum*, dan Spesies *Solanum tuberosum* L. (Beukema, 1977).

Kentang termasuk tanaman yang dapat tumbuh di daerah tropika dan subtropika (Ewing dan Keller, 1982), dapat tumbuh pada ketinggian 500 sampai 3000 m di atas permukaan laut, dan yang terbaik pada ketinggian 1300 m di atas permukaan laut. Tanaman kentang dapat tumbuh baik pada tanah yang subur, mempunyai drainase yang baik, tanah liat yang gembur, debu atau debu berpasir. Secara umum kentang dapat tumbuh baik pada tanah yang subur, memiliki

drainase yang baik, tanah liat yang gembur, debu atau debu berpasir, dan jenis tanah yang paling cocok ialah andisol (Sunarjono, 2007). Kentang sangat toleran terhadap pH pada selang yang cukup luas yakni 4.5–8.0, tetapi pH yang baik untuk pertumbuhan dan ketersediaan unsur hara ialah 5.0–6.5 (Asandhi dan Gunadi, 1989).

Pertumbuhan tanaman kentang sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca. Tanaman kentang tumbuh baik pada lingkungan dengan suhu rendah, yaitu 15 sampai 20°C, cukup sinar matahari, dan kelembaban udara 80 sampai 90 % (Sunarjono, 2007). Pertumbuhan dan hasil tanaman kentang juga sangat dipengaruhi oleh curah hujan dan penyebarannya selama masa pertumbuhan. Selama pertumbuhannya tanaman kentang menghendaki curah hujan 1000 mm atau setiap bulan rata-rata 200 sampai 300 mm. Saat kritis bagi tanaman kentang adalah saat ketika dibutuhkan lebih banyak air, yaitu pada permulaan pembentukan umbi dan pembentukan stolon. Oleh karena itu, untuk mencapai hasil yang tinggi, pada saat itu kadar air tanah pada kedalaman 15 cm dari permukaan tanah tidak boleh kurang dari 56% kapasitas lapang (Nonnecke, 1989). Hal itu didukung oleh Gandar dan Tanner (1976) yang menyatakan bahwa perpanjangan dan bentangan daun menurun jika potensial air daun menurun. Hasil umbi kentang akan terganggu jika kelembaban terlalu tinggi.

Proses pembentukan umbi pada tanaman kentang dapat dipercepat oleh hari pendek, intensitas cahaya tinggi, suhu malam yang rendah, dan N yang rendah serta kombinasi faktor tersebut (pada musim hujan kombinasi intensitas cahaya dan suhu adalah hari pendek, suhu tinggi, dan intensitas cahaya rendah,

sedangkan pada musim kemarau adalah hari pendek, suhu rendah, dan intensitas cahaya tinggi).

### 2.3. Perubahan Iklim dan Fluktuasi Curah Hujan

Iklim merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman. Berdasarkan gambaran iklim dapat diidentifikasi tipe vegetasi yang tumbuh di suatu lokasi. Untuk mengetahui apakah tanaman dapat hidup sesuai dengan iklim tertentu, diperlukan syarat tumbuh dan informasi cuaca yang lebih rinci dari beberapa dekade dengan nilai rata-rata bulanan dan pola sebaran sepanjang tahun (Irianto *et al.*, 2000). Tiga factor utama yang terkait dengan perubahan iklim global, yang berdampak terhadap sector pertanian adalah: 1) perubahan pola hujan, 2) meningkatnya kejadian iklim ekstrim (banjir dan kekeringan), dan 3) peningkatan suhu udara dan permukaan air laut (Salinger 2005). Akan tetapi yang akan di bahas pada penelitian ini hanya fokus pada perubahan pola hujan saja.

Perubahan pola hujan telah terjadi di beberapa wilayah di Indonesia sejak beberapa dekade terakhir, seperti awal musim hujan yang mundur pada beberapa lokasi, dan maju di lokasi lain. Penelitian Aldrian dan Djamil (2006) menunjukkan, jumlah bulan dengan curah hujan ekstrim cenderung meningkat dalam 50 tahun terakhir, terutama di kawasan pantai. Hasil analisis pada 26 stasiun hujan di Jawa Timur dengan periode data 25–40 tahun mengindikasikan telah terjadi tren penurunan curah hujan musiman dan tahunan (Boer dan Buono 2008).

Anomali interaksi antara laut dan atmosfer di sekitar perairan Indonesia juga berpengaruh terhadap variabilitas hujan di Indonesia. Interaksi-interaksi

tersebut seperti kejadian ENSO (*El Niño-Southern Oscillation*) dan IOD (*Indian Ocean Dipole*). Fluktuasi kejadian ENSO di Samudera Pasifik sangat berhubungan dengan curah hujan di Indonesia (Aldrian *et al.*, 2007). Hal yang sama juga terjadi pada fluktuasi kejadian IOD di Samudera Hindia (Saji and Yamagata, 2003). Kondisi ENSO, baik El Nino atau La Nina, menyebabkan peningkatan atau penurunan curah hujan di Indonesia yang berdampak pada makin panjangnya musim kemarau atau pendeknya musim kemarau (Tjasyono *et al.*, 2008).

Fenomena El Nino dan La Nina berpengaruh terhadap produktivitas tanaman. Fenomena El Nino menurunkan produktivitas pangan seperti padi, palawija, dan jagung, sebaliknya kejadian La Nina meningkatkan produktivitasnya. Anomali iklim El Nino umumnya terjadi pada musim kemarau dan menimbulkan dampak penurunan curah hujan, musim kemarau yang lebih panjang, dan penurunan ketersediaan air irigasi. Konsekuensi dari fenomena tersebut adalah produksi pangan cenderung turun pada saat El Nino terjadi. Pada tataran nasional, peluang produksi pangan (padi dan palawija) yang hilang akibat El Nino rata-rata sebesar 3,06 persen atau sekitar 1,79 juta ton untuk setiap kejadian El Nino. Penurunan produksi pangan akibat El Nino tersebut paling tinggi terjadi pada komoditas jagung (11,93%) dan lebih rendah pada tanaman ubi kayu, padi sawah dan padi ladang (Irawan, 2006).

Sebaliknya, anomali iklim La Nina umumnya terjadi pada musim hujan dan menimbulkan peningkatan curah hujan. Meskipun kejadian La Nina dapat menimbulkan banjir dan merangsang peningkatan serangan hama dan penyakit di daerah yang sensitif, tetapi pada tataran nasional anomali iklim tersebut cenderung

merangsang peningkatan produksi pangan (padi dan palawija) sebesar 1,084 persen untuk setiap kejadian La Nina. Peningkatan produksi yang dirangsang oleh kejadian La Nina paling tinggi terjadi pada komoditas jagung (3,92%) yang menunjukkan bahwa produksi jagung paling sensitif terhadap kejadian anomali iklim El Nino maupun La Nina dibanding komoditas pangan lainnya. Sedangkan pada tanaman padi sawah, La Nina menimbulkan dampak peningkatan produksi yang relatif kecil (0,61%). Dampak positif La Nina tersebut secara umum lebih besar pada tanaman yang diusahakan di lahan kering daripada lahan sawah (Irawan, 2006).

Tabel 1. Dampak Anomali Iklim Yang Terjadi Selama 1968-2000 Terhadap Produksi Pangan Menurut Jenis Komoditas (%) (Irawan,2006)

Kondisi Iklim	Jenis Komoditas Pangan							
	Seluruh Komoditas	Padi Sawah	Padi Ladang	Jagung	Ubi Kayu	Kacang Tanah	Ubi Jalar	Kedelai
I. Kuantitas (ribu ton)								
El Nino	-1794.8	-781.5	-63.3	-601.2	-182.3	-20.1	-94.2	-52.3
La Nina	521.0	124.9	21.3	158.9	166.6	1.3	32.7	15.2
II. Persentase (%)								
El Nino	-3.06	-2.43	-2.91	-11.93	-1.28	-3.30	-4.74	-5.10
La Nina	1.08	0.61	1.21	3.92	1.16	0.52	1.44	1.73

Iklim selalu berubah menurut ruang dan waktu. Dalam skala waktu perubahan iklim akan membentuk pola atau siklus tertentu, baik harian, musiman, tahunan maupun siklus beberapa tahunan. Selain perubahan yang berpola siklus, aktivitas manusia menyebabkan pola iklim berubah secara berkelanjutan, baik dalam skala global maupun skala lokal (Irianto, 2003). Oleh karena itu kesesuaian lahan dinilai juga berdasarkan data sifat biofisik tanah atau sumber daya lahan yang salah satunya adalah iklim, sebelum lahan tersebut diberikan masukan-masukan yang diperlukan untuk mengatasi kendala (Ritung *et al.*, 2007).

Curah hujan yang dibutuhkan tanaman kentang sekitar 300–1000 mm / tahun. Apabila curah hujan terlalu tinggi akan mengakibatkan umbi kentang mudah terserang hama dan penyakit, karena tanah menjadi jenuh air dan untuk mengatasi hal ini tentu diperlukan sistem drainase yang baik sehingga tanah tidak jenuh. Oleh sebab itu curah hujan merupakan salah satu unsur cuaca yang sangat penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman kentang. Untuk mencapai hasil tanaman kentang yang baik dan tinggi maka perlu mengatasi saat kritis yaitu dengan menjaga kadar air tanah pada kedalaman 15 cm dari permukaan tanah tidak boleh kurang dari 56 % kapasitas lapang (Nonnecke, 1989).

#### **2.4. Peranan Air Bagi Tanaman**

Fungsi air bagi tanaman adalah sebagai bahan baku dalam proses fotosintesis, sebagai penyusun protoplasma sekaligus pemeliharaan turgor sel, penentu proses pembukaan dan penutupan stomata, mempertahankan suhu daun tetap terjaga, pelarut unsur hara dalam tanah, media translokasi unsur hara dari dalam tanah ke daun dan sebagai media tumbuh tanaman (Sugito, 1999).

Pertumbuhan tanaman sangat dibatasi oleh jumlah air yang ada di dalam tanah. Cekaman air akan dapat mengganggu aktifitas fisiologi dan morfologi tanaman. Air berfungsi sebagai pelarut dalam fotosintesis dan hidrolisis. Air merupakan unsur penting dari protoplasma, terutama pada jaringan meristematik, bagian yang esensial dalam menyetabilkan turgor sel tanaman dan transport bagi garam-garam, gas dan material lainnya dalam tubuh tanaman (Jumin, 1995).

Gardner *et al.* (1991) menambahkan bahwa air juga berfungsi untuk hidrasi dan netralisasi muatan pada molekul-molekul dimana enzim hidrasi akan membantu

memelihara struktur dan memudahkan fungsi katalis. Terkait dengan bahan baku proses fotosintesis, air berfungsi sebagai sumber hidrogen ( $H_2$ ) dalam proses fotolisa air yang selanjutnya  $H_2$  inilah yang berfungsi sebagai sumber energi dalam proses fotosintesis untuk mereduksi  $CO_2$  menjadi karbohidrat.

Sebagai penyusun protoplasma air berperan untuk menjaga turgor sel. Bila sel kekurangan air dalam waktu cukup lama isi sel akan terlepas dari dindingnya dan akhirnya mati (Sugito, 1999). Air juga menjadi faktor yang penting dalam proses pengangkutan bahan-bahan untuk kebutuhan hidupnya. Air bergerak dalam lintasan, mulai dari tanah, melalui epidermis, korteks, endodermis dan masuk ke jaringan pembuluh akar, melalui xylem, masuk ke daun, dan terjadi proses transpirasi melalui stomata menuju atmosfer (Salisbury dan Ross, 1995).

Kebutuhan air semakin banyak dengan meningkatnya umur tanaman dan kebutuhan air maksimum biasanya terjadi pada akhir fase vegetative sampai masa pembungaan. Kebutuhan air berkurang pada fase pengisian biji sampai panen. Bila pada fase ini masih banyak hujan, pengisian biji akan terganggu karena hasil fotosintesis yang mestinya disimpan dalam biji digunakan untuk membentuk daun-daun baru (Sugito, 1999).

Kekurangan air sebagai akibat transpirasi yang berlebihan dapat berpengaruh negatif dan positif bagi tanaman. Pengaruh negatif dapat menghambat pertumbuhan dan menurunkan hasil panen sampai 50 %. Sedangkan kekurangan air terjadi pada fase generatif pengaruhnya tidak sebesar pada fase vegetatif dan penurunan hasil panen hanya sekitar 25 %. Pada tanaman sayuran pengaruh kekurangan air rata-rata lebih tinggi dari pada jenis tanaman lain (Sugito, 1999).



Transpirasi yang berlebihan ini menyebabkan terjadinya cekaman pada tanaman selain ketersediaan air di dalam tanah rendah. Di lapangan walaupun di dalam tanah air cukup tersedia tanaman dapat mengalami cekaman air. Hal ini terjadi jika kecepatan absorpsi tidak dapat mengimbangi kehilangan air melalui proses transpirasi (Islami dan Utomo, 1995).

Selain berpengaruh negatif, pada batas-batas tertentu kekurangan air dapat berpengaruh positif terhadap tanaman terutama dalam kaitannya dengan peningkatan kualitas hasil. Sebagai contoh pada tanaman buah-buahan dapat meningkatkan rasa manis pada buah, pada tanaman tebu dapat meningkatkan kadar gula (rendemen) dan pada tanaman tembakau dapat meningkatkan kadar nikotin daun (Sugito, 1999).

### **2.5. Kebutuhan Air Tanaman Kentang**

Dalam proses metabolisme pertumbuhan, tanaman membutuhkan air dalam jumlah yang berbeda, bergantung pada jenis tanaman, umur dan fase pertumbuhan, waktu tanam dan pola tanam, serta jenis tanah (Doorenbos dan Pruitt, 1977). Dibandingkan dengan padi sawah, kebutuhan air untuk tanaman semusim misal saja tanaman kentang jauh lebih rendah, yaitu 500-900 mm/musim untuk padi sawah dan 500-750 mm/musim untuk tanaman kentang (Doorenbos dan Kassam, 1979).

Kebutuhan air setiap jenis tanaman berbeda, baik total maupun untuk setiap fase pertumbuhannya (Tabel 2). Pada fase pertumbuhan maksimal tanaman dibutuhkan air dalam jumlah yang cukup banyak. Oleh karena itu, fase-fase pertumbuhan tanaman, lamanya setiap fase pertumbuhan, dan fase kritis pertumbuhan perlu diketahui agar perencanaan pemberian air, baik jumlah

maupun waktunya lebih tepat. Fase kritis pertumbuhan tanaman kentang adalah pada saat pembungaan dan akan memasuki masa pembentukan umbi (Agus *et al.* 2003)

Tabel 2. Kebutuhan Air Beberapa Jenis Tanaman Menurut Fase Pertumbuhan (Agus *et al.*, 2003)

Tanaman	Kebutuhan Air (mm)					Total
	Awal	Vegetatif	Pembungaan	Pembuahan	Pemasakan	
Jagung	56	167	115	250	62	650
Kentang	70	160	220	150	50	650
Kedelai	30	165	292	47	41	575
Tomat	78	82	185	93	62	500
Tembakau	16	96	132	160	96	500

Ketersediaan air merupakan syarat penting untuk mendapatkan hasil dan kualitas umbi yang optimal. Pemberian air yang tepat selain dapat mengefisienkan penggunaan air, juga dapat menghindarkan kemungkinan berkembangnya penyakit jamur terutama pada kondisi kelembaban yang tinggi. Jumlah air yang diperlukan untuk mengairi tanaman sangat tergantung pada sistem pengairan yang digunakan.

Kekurangan air tanah menghalangi perluasan daun, yang nantinya akan menurunkan jumlah dari radiasi matahari yang ditangkap dan berpengaruh pada jumlah sumber nutrisi yang akan diambil karena laju transpirasi berkurang. Pada kentang laju transpirasi, fotosintesis dan pertumbuhan tanaman dapat diturunkan dengan cekaman kekurangan air. Cekaman air yang terjadi lebih awal akan berpengaruh pada produksi umbi bawang merah. Umbi yang terbentuk relatif kecil sehingga menurunkan harga jual di pasar (Woldetsadik, 2008).