

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Kebutuhan Air Tanaman

Pemberian air irigasi yang efektif dan efisien harus sesuai dengan kebutuhan air tanaman. Evapotranspirasi sangat erat berkaitan dengan kebutuhan air tanaman. Kebutuhan air tanaman adalah sejumlah air yang dibutuhkan untuk mengganti air yang hilang akibat penguapan. Penguapan dalam hal ini meliputi penguapan dari permukaan air dan daun-daun tanaman. Bila kedua proses terjadi bersamaan maka terjadilah evapotranspirasi, yaitu gabungan dari proses penguapan air bebas (evaporasi) dan penguapan melalui tanaman (transpirasi) (Montarcih, 2010: 26).

Untuk menduga besarnya evapotranspirasi tanaman beberapa tahapan perhitungan perlu dilakukan, yaitu:

1. Pendugaan evapotranspirasi potensial dengan memakai salah satu dari metode Blaney Criddle, Radiasi, Penman, Thornwaite, Jansen-Haise, dan panci evaporasi.
2. Menentukan koefisien tanaman sesuai dengan jenis dan tingkat pertumbuhan tanaman (Doorenbos & Pruitt).

Persamaan yang digunakan untuk perhitungan kebutuhan air tanaman (Doorenbos dan Pruitt, 1977:35):

$$ET_{crop} = K_c \times ETo \quad (2.1)$$

Dimana:

$ET_{crop}$ : Evapotranspirasi Potensial (mm/hari)

$K_c$  : Koefisien Tanaman

$ETo$  : Evapotranspirasi potensial yang belum dikoreksi sering pula dinyatakan sebagai evaporasi muka air bebas (mm/hari)

Kebutuhan air tanaman (ET) tergantung dari besarnya evapotranspirasi dikalikan dengan faktor koefisien tanaman. Hal tersebut dirumuskan sebagai berikut (Suhardjono (1994: 12)

$$ET = k \cdot ETo \quad (2.2)$$

dimana:

ET : kebutuhan air untuk tanaman tertentu

k : koefisien tanaman yang besarnya tergantung pada jenis, macam dan umur tanaman.

$ETo$  : evapotranspirasi potensial, besarnya dapat dihitung melalui berbagai rumus.

Menurut Suhardjono (1994: 22), berbagai rumus telah dikembangkan untuk menghitung harga Eto, diantaranya rumus Blaney-Criddle, Radiasi dan rumus Penman. Oleh badan pangan dan pertanian PBB (FAO) ketiga rumus tersebut telah direkomendasikan untuk dipergunakan.

Rumus Radiasi menggunakan pendekatan perhitungan banyaknya radiasi gelombang pendek yang diterima bumi dalam perhitungan ETo. Besar evapotranspirasi potensial (ETo) dalam pendekatan ini dihitung dengan rumus (Suhardjono.1994: 42):

$$ETo = c \cdot ETo^* \quad (2.3)$$

$$ETo^* = w \cdot Rs \quad (2.4)$$

dengan:

W = faktor pengaruh suhu dan elevasi ketinggian daerah

Rs = radiasi gelombang pendek yang diterima bumi, dalam satuan evaporasi ekuivalen (mm/hari)

Untuk daerah Indonesia, besaran Rs adalah

$$Rs = (0,25 + 0,54 n/N) Ra \quad (2.5)$$

n/N = kecerahan matahari

Ra = radiasi gelombang pendek yang memenuhi batas luar atmosfer, umumnya disebut sebagai angka angot, besarnya tergantung pada letak lintang daerah.

Untuk dapat menggunakan rumus radiasi dibutuhkan data terukur:

- a. Suhu udara (t) dan elevasi yang diperlukan guna menentukan nilai (W). Di Indonesia, nilai (W) ditetapkan berdasar perkiraan elevasi antara 0- 500 m, dan besarnya disajikan pada tabel 2.1.
- b. Kecerahan matahari (n/N) dan letak lintang daerah untuk menghitung Ra. Data letak lintang berhubungan dengan besaran Ra disajikan pada tabel 2.2.

**Tabel 2.1. Hubungan nilai W dan suhu rata-rata (t) untuk daerah Indonesia dengan elevasi antara 0 – 500 m.**

Suhu (t)	W	Suhu (t)	W
24,0	0,735	27,0	0,765
24,2	0,737	27,2	0,767
24,4	0,739	27,4	0,769
24,6	0,741	27,6	0,771
24,8	0,743	27,6	0,773
25,0	0,745	28,0	0,775
25,2	0,747	28,2	0,777
25,4	0,749	28,4	0,779
25,6	0,751	28,6	0,781
25,8	0,753	28,8	0,783
26,0	0,755	29,0	0,785
26,2	0,757	29,2	0,787
26,4	0,759	29,4	0,789
26,6	0,761	29,6	0,791
26,8	0,763	29,8	0,793

Sumber: Montarcih (2010)

**Tabel 2.2. Besaran Angka Angot (Ra) dalam mm/hari, Indonesia berada pada 5 LU s/d 10 LS**

Bulan	5 LU	4 LU	2 LU	0	2 LS	4 LS	6 LS	8 LS	10 LS
Januari	13,0	14,3	14,7	15,0	15,3	15,5	15,8	16,1	16,1
Februari	14,0	15,0	15,3	15,5	15,7	15,8	16,0	16,1	16,0
Maret	15,0	15,5	15,6	15,7	15,7	15,6	15,6	15,1	15,3
April	15,1	15,5	15,3	15,3	15,1	14,9	14,7	14,1	14,0
Mei	15,3	14,9	14,6	14,4	14,1	13,8	13,4	13,1	12,6
Juni	15,0	14,4	14,2	13,9	13,9	13,2	12,8	12,4	12,6
Juli	15,1	14,6	14,3	14,1	14,1	13,4	13,1	12,7	11,8
Agustus	15,3	15,1	14,9	14,8	14,8	14,3	14,0	13,7	12,2
September	15,1	15,3	15,3	15,3	15,3	15,1	15,0	14,9	13,1
Oktober	15,7	15,1	15,3	15,4	15,4	15,6	15,7	15,8	14,6
November	15,8	14,5	14,8	15,1	15,1	15,5	15,8	16,0	15,6
Desember	15,6	14,1	14,4	14,8	14,8	15,4	15,7	16,0	16,0

Sumber: Suhardjono (1994)

Besaran angka koreksi (c) bulanan untuk Rumus Radiasi berdasarkan perkiraan keadaan angin dan kelembaban relative di daerah Indonesia dapat dilihat pada tabel 2.3.

**Tabel 2.3. Angka Koreksi (c) untuk Rumus Radiasi**

Bulan	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni
C	0,80	0,80	0,75	0,75	0,75	0,75

Bulan	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
C	0,75	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80

Sumber: Montarcih (2010)

Besar kecilnya jumlah air yang diberikan tidak hanya dipengaruhi oleh prosentase *ground cover* (rimbunan daun yang menutupi tanah), akan tetapi jarak tanam akan mengurangi kebutuhan air tanaman. Hal ini disebabkan dengan jarak tanam yang pendek akan membatasi besarnya evaporasi yang terjadi dan untuk menjaga kelembaban tanah. Untuk tanaman buah-buahan yang masih muda dengan *ground cover* mencapai 30% pada tanah berpasir dan kondisi evaporasi berbeda membutuhkan pemberian air yang berbeda-beda.

Besarnya koefisien tanaman ( $K_c$ ) berhubungan erat dengan jenis tanaman dan umur pertumbuhan tanaman. Koefisien tanaman ( $K_c$ ) pada setiap fase pertumbuhan dapat dilihat pada tabel 2.4.

**Tabel 2.4. Koefisien tanaman ( $K_c$ ) pada setiap fase pertumbuhan**

Tanaman	Fase Pertumbuhan					Rata-rata
	Awal	Vegetatif	Generatif			
			Pembungaan	Pembuahan	Pemasakan	
Anggur	0,35 - 0,55	0,60 - 0,80	0,70 - 0,90	0,60 - 0,80	0,55 - 0,70	0,55
Bawang merah	0,40 - 0,60	0,70 - 0,80	0,95 - 1,11	0,85 - 0,90	0,75 - 0,85	0,80 - 0,90
<b>Cabai</b>	<b>0,30 - 0,40</b>	<b>0,60 - 0,75</b>	<b>0,95 - 1,10</b>	<b>0,85 - 1,00</b>	<b>0,80 - 0,90</b>	<b>0,70 - 0,80</b>
Kapas	0,40 - 0,50	0,70 - 0,80	1,05 - 1,25	0,80 - 0,90	0,65 - 0,70	0,80 - 0,90
Kedelai	0,40 - 0,50	0,70 - 0,80	0,95 - 1,10	0,75 - 0,85	0,55 - 0,60	0,75
Kubis	0,40 - 0,50	0,70 - 0,80	0,95 - 1,10	0,90 - 1,00	0,80 - 0,95	0,70 - 0,80
Semangka	0,30 - 0,50	0,70 - 0,81	0,95 - 1,05	0,80 - 0,90	0,65 - 0,75	0,75 - 0,85
Tebu	0,40 - 0,50	0,70 - 1,00	1,00 - 1,30	0,75 - 0,80	0,50 - 0,60	0,85 - 1,05
Tembakau	0,30 - 0,40	0,70 - 0,82	1,00 - 1,20	0,90 - 0,10	0,75 - 0,85	0,85 - 0,95
Tomat	0,40 - 0,50	0,70 - 0,80	1,05 - 1,35	0,80 - 0,95	0,60 - 0,65	0,75 - 0,90

Sumber : Doorenbos and Kassam (1979)

Besarnya koefisien tanaman untuk setiap jenis tanaman akan berbeda-beda sesuai periode pertumbuhan tanaman itu sendiri. Koefisien tanaman sering juga disebut

sebagai koefisien evapotranspirasi tanaman yang merupakan angka pengali untuk menjadikan evapotranspirasi potensial (ET<sub>o</sub>) menjadi evapotranspirasi sebenarnya (ET) (Soehardjono, 1994:16).

## 2.2. Cabai Merah (*Capsicum annuum L*)

Cabai Merah (*Capsicum annuum L.*) merupakan salah satu jenis sayuran penting yang bernilai ekonomis tinggi dan cocok untuk dikembangkan di daerah tropika seperti Indonesia. Cabai sebagian besar digunakan untuk konsumsi rumah tangga dan sebagiannya untuk ekspor dalam bentuk kering, saus, tepung, dan lainnya (Wardani, 2008: 1).

Cabai (*Capsicum annuum L*) merupakan salah satu komoditas sayuran yang banyak dibudidayakan oleh petani di Indonesia karena selain memiliki harga jual yang tinggi, tanaman ini memiliki beberapa manfaat kesehatan yang salah satunya adalah zat capsaicin yang berfungsi dalam mengendalikan penyakit kanker. Selain itu kandungan vitamin C yang cukup tinggi pada cabai dapat memenuhi kebutuhan harian setiap orang, namun harus dikonsumsi secukupnya untuk menghindari nyeri lambung.



**Gambar 2.1. Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum L*)**  
(Sumber: Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Pertanian, 2008)

### 2.2.1. Taksonomi Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum L*)

Dalam ilmu tumbuhan, sistematika (taksonomi) tanaman cabai merah adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae (tumbuhan)

Sub Kingdom : Tracheobionta (tumbuhan berpembuluh)

Divisi	: Magnoliophyta (tumbuhan berbunga)
Klas	: Magnoliopsida (berkeping dua / dikotil)
Sub Klas	: Asteridae
Ordo	: Solonales
Famili	: Solanaceae (suku terung-terungan)
Genus	: Capsicum
Spesien	: <i>Capsicum annum L.</i>

### 2.2.2. Morfologi Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum L.*)

Cabai merah merupakan tanaman semusim (setahun) yang berbentuk perdu, tingginya bias mencapai 1,5 m atau lebih.

#### a. Daun

Daunnya bervariasi menurut spesies dan varietasnya. Ada daun yang berbentuk oval, lonjong, bahkan ada yang lanset. Warna permukaan daun bagian atas biasanya hijau muda, hijau, hijau tua, bahkan hijau kebiruan. Sedangkan permukaan daun pada bagian bawah umumnya berwarna hijau muda, hijau pucat atau hijau. Permukaan daun cabai ada yang halus adapula yang berkerut-kerut. Ukuran panjang daun cabai antara 3 – 11 cm dengan lebar antara 1-5 cm.

#### b. Batang

Batang pada tanaman cabai merah tidak berkayu. Bentuknya bulat sampai menyerupai persegi dengan posisi yang cenderung tegak. Warna batang kehijauan sampai keunguan dengan ruas berwarna hijau atau ungu. Pada batang-batang yang lebih tua (batang paling bawah), akan muncul warna coklat seperti kayu. Ini merupakan kayu semu yang diperoleh dari pengerasan jaringan parenkim. Biasanya batang akan tumbuh sampai ketinggian tertentu, kemudian membentuk banyak percabangan.

#### c. Akar

Akar tanam cabai memiliki perakaran yang cukup rumit. Akar tunggangnya dalam dengan susunan akar sampingnya (serabut) yang baik. Biasanya di akar terdapat bintil-bintil yang merupakan hasil simbiosis dengan beberapa mikroorganisme.

#### d. Bunga

Bunga tanaman cabai merupakan bunga sempurna. Artinya dalam satu tanaman terdapat bunga jantan dan bunga betina. Pemasakan bunga jantan dan bunga betina dalam waktu yang sama (atau hampir sama), sehingga tanaman dapat melakukan penyerbukan sendiri. Bunga berbentuk bintang, biasaya tumbuh pada ketiak daun,

dalam keadaan tunggal atau bergerombol dalam tandan. Dalam satu tandan biasanya terdapat 2-3 bunga saja. Mahkota bunga tanaman cabai warnanya putih, putih kehijauan, dan ungu. Diameter bunga antara 5-20 mm. Setiap bunga memiliki 5 daun buah dan 5-6 daun mahkota.

e. Buah

Buah cabai merupakan bagian tanaman cabai yang paling banyak dikenal dan memiliki banyak variasi. Buah cabai merah dapat dipanen saat 80-90% buahnya telah berwarna merah. Buah cabai terbagi dalam 11 tipe bentuk, yaitu *Serrano*, *cubanelle*, *cayenne*, *pimento*, *anahelm chile*, *cherry*, *jalapeno*, *elongate bell*, *ancho*, *banana*, dan *blocky bell*.

### 2.3. Syarat Tumbuh

Pertumbuhan dan produksi tanaman cabai merah sangat berpengaruh dengan kondisi lingkungan tempat tumbuh tanaman. Oleh karena itu, kondisi lingkungan yang sesuai bagi pertumbuhan tanaman merupakan syarat utama disamping sifat-sifat tanaman itu sendiri dan teknik budidaya yang diterapkan. Jarak tanam pun mempengaruhi besarnya pertumbuhan. Jarak tanam yang terlalu sempit dapat menghalangi besarnya percabangan karena keterbatasan tempat, sehingga dalam pertumbuhannya jarak antar tanaman harus diperhatikan sekitar 40-50 cm.

Kondisi lingkungan, misalnya keadaan iklim, suhu dan keadaan tanah di setiap daerah berbeda-beda sehingga produktivitas tanaman di setiap daerah berbeda-beda. Kondisi lingkungan yang tidak sesuai dengan syarat tumbuhnya tanaman dapat menghambat pertumbuhan tanaman serta menurunkan produktivitas tanaman. Beberapa syarat tumbuh tanaman cabai merah diantaranya adalah keadaan iklim, suhu, dan keadaan tanah, uraian ketiganya adalah sebagai berikut:

a. Keadaan iklim

Tanaman cabai lebih senang tumbuh di daerah yang tipe iklimnya lembab sampai agak lembab. Tanaman cabai tidak senang terhadap curah hujan lebat, tetapi pada stadium tertentu perlu banyak air. Di daerah yang iklimnya sangat basah tanaman mudah terserang penyakit daun seperti bercak hitam (*Antraknosa*). Oleh karena itu tanaman cabai sangat baik di tanam pada awal musim kemarau. Pada musim hujan tanaman juga mudah mengalami tekanan (stress), sehingga bunganya sedikit, dan banyak bunga yang tidak mampu menjadi buah. Kalaupun bias berbuah, buahnya akan mudah sekali gugur karena tekanan air hujan yang lebat. Curah hujan yang baik untuk

pertumbuhan dan perkembangan tanaman cabai berkisar antara 600-1200 mm/tahun dengan jumlah bulan basah 3-9 bulan. Walaupun demikian apabila pada waktu berbunga tanaman cabai kekurangan air, maka banyak bunganya yang akan gugur tidak mampu menjadi buah. Pada umumnya tanaman cabai lebih senang ditanam di daerah yang terbuka.

b. Suhu udara

Suhu udara yang baik bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman cabai berkisar antara 21°C – 28°C. Suhu harian yang terlalu terik yakni diatas 32°C menyebabkan tepung sari tanaman cabai tidak berfungsi untuk melakukan pembuahan. Selain itu juga suhu harian yang terik dapat menyebabkan bunga dan buahnya terbakar. Suhu tanahpun juga berpengaruh terhadap penyerapan unsur hara terutama N dan P. Apabila pada waktu berbunga suhu turun di bawah 15°C, maka pembuahan dan pembijiannya terganggu. Pada suhu ini, unsur mikro yang penting untuk pertumbuhan buah sukar diserap oleh tanaman cabai sehingga terjadi buah tanpa biji atau parteokarpi. Suhu udara yang rendah menyebabkan banyak cendawan penyakit daun menyerang tanaman cabai, terutama apabila disertai dengan kelembaban tinggi.

c. Tanah

Tanah yang subur dan banyak mengandung humus (bahan organik), gembur dan memiliki drainase baik sangat cocok untuk budidaya tanaman cabai merah. Tanah terdiri dari butir-butir tanah berbagai ukuran. Bagian tanah yang berukuran lebih dari 2 mm sampai lebih kecil dari pedon disebut fragmen batuan (*rock fragment*) atau bahan kasar (kerikil sampai batu). Bahan-bahan tanah yang lebih halus (< 2mm) disebut fraksi tanah halus (*fine earth fraction*). Tekstur tanah yang berupa partikel memiliki ukuran diameter yang berbeda-beda, yakni :

- Pasir (*sand*) : 2 mm – 50 mikron
- Debu (*silt*) : 50 - 2 mikron
- Liat (*clay*) : < 2 mikron

Tanaman cabai sebenarnya dapat tumbuh disegala macam tipe tanah dan ketinggian tempat. Tanaman cabai merah akan tumbuh baik pada ketinggian 0-1300 m dpl. Bahkan pada ketinggian 1500 m dpl pun tanaman cabai merah masih mampu tumbuh dan berbuah baik. Tanah yang air tanahnya dangkal dan porositasnya rendah menyebabkan tanaman cabai mudah terserang hama dan penyakit akar, penyakit layu, dan keguguran pada daun dan buahnya. pH tanah yang baik untuk tanaman cabai berkisar antara 5,5 – 6,5. Namun begitu tanaman cabai sangat toleran terhadap tanah

masam yang pH-nya kurang dari 5 hanya saja buahnya kurang lebat dan pertumbuhannya kerdil.

#### 2.4. Sedimen di Waduk Sengguruh

Sedimen merupakan hasil akhir dari suatu proses erosi yang mengendap atau diam pada satu tempat sehingga menghasilkan satu lapisan tanah tersendiri. Sedangkan sedimentasi merupakan proses pembentukan sedimen atau endapan, atau batuan sedimen yang diakibatkan oleh pengendapan atau akumulasi dari material pembentuk pada suatu tempat.

Pengendapan yang terjadi di Waduk Sengguruh terjadi akibat adanya sedimen yang dibawa sungai Brantas dan Lesti masuk ke dalam waduk sehingga mengendap. Untuk itu dalam pembuatan waduk selalu disediakan tampungan sedimen dimana sering dikenal tampungan mati. Sehingga dalam pembuatan waduk harus benar-benar diperhatikan laju sedimentasi yang masuk ke dalam waduk. Ketika sedimen telah melebihi batas maksimum tampungan mati maka fungsi waduk akan hilang, untuk itu diperlukan adanya pengerukan sedimen agar sedimen yang ada tidak melebihi tampungan mati.

Untuk pemanfaatan sedimen sebagai media tanam maka perlu diketahui kandungan sedimen Waduk Sengguruh terlebih dahulu. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya telah diketahui bahwa hasil kerukan sedimen Waduk Sengguruh mengandung beberapa unsur organik yang dibutuhkan oleh tanaman (lampiran 1). Khusus untuk *spoil bank* D (dari Sungai Brantas) yang dimanfaatkan sebagai bahan penelitian disajikan pada tabel 2.5.

**Tabel 2.5 Kandungan Organik Sedimen Waduk Sengguruh pada Spoil Bank D**

No.	Sifat Tanah	Nilai	Kriteria
1	pH H <sub>2</sub> O	6,8	Netral
2	C organik	0,55 %	Sangat rendah
3	N total	0,04 %	Sangat rendah
4	C/N	14	Sedang
5	P Olsen	13,27 mgkg <sup>-1</sup>	Tinggi
6	K	1,25 me/100g	Sangat tinggi
7	Na	1,73 me/100g	Sangat tinggi
8	Ca	9,28 me/100g	Sedang
9	Mg	3,38 me/100g	Tinggi
10	KTK	32,95 me/100g	Tinggi
11	KB	47 %	Sedang

Sumber: Hasil Lab. Tanah Universitas Brawijaya Tahun 2013

Untuk menentukan kriteria pada masing-masing sifat tanah di atas digunakan tabel kriteria penilaian sifat kimia tanah menurut LPT, 1983 (lampiran 2).

### 2.5. Pupuk Organik

Pupuk adalah material yang ditambahkan pada media tanam atau tanaman untuk mencukupi kebutuhan hara yang diperlukan tanaman sehingga mampu berproduksi dengan baik. Pupuk berbeda dari suplemen. Pupuk mengandung bahan baku yang diperlukan pertumbuhan dan perkembangan tanaman, sementara suplemen seperti hormon tumbuhan membantu kelancaran proses metabolisme. Dalam pemilihan pupuk perlu diketahui terlebih dahulu jumlah dan jenis unsur hara yang dikandungnya, serta manfaat dari berbagai unsur hara pembentuk pupuk tersebut (Susetya. 2010:22).

Pupuk organik adalah pupuk yang tersusun dari materi makhluk hidup, seperti pelapukan sisa-sisa tanaman, hewan, dan manusia. Pupuk organik dapat berbentuk padat atau cair yang digunakan untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Pupuk organik mengandung banyak bahan organik daripada kadar haranya. Sumber bahan organik dapat berupa kompos, pupuk hijau, pupuk kandang, sisa panen (jerami, brangkas, tongkol jagung, bagas tebu, dan sabut kelapa), limbah ternak, limbah industri yang menggunakan bahan pertanian, dan limbah kota (sampah). Jenis pupuk organik diantaranya pupuk kandang, pupuk hijau, kompos, dan humus (Yuliarti, 2009: 8).

Pupuk kandang adalah pupuk yang berasal dari kotoran hewan. Hewan yang kotorannya sering digunakan untuk pupuk kandang adalah hewan yang bisa dipelihara oleh masyarakat, seperti kotoran kambing, sapi, domba, dan ayam. Selain berbentuk padat, pupuk kandang juga bisa berupa cair yang berasal dari air kencing (urin) hewan. Pupuk kandang mengandung unsur hara makro dan mikro. Pupuk kandang padat banyak mengandung unsur hara makro, seperti fosfor, nitrogen, dan kalium. Unsur hara mikro yang terkandung dalam pupuk kandang di antaranya kalsium, magnesium, belerang, natrium, besi, tembaga, dan molibdenum. Kandungan nitrogen dalam urin hewan ternak tiga kali lebih besar dibandingkan dengan kandungan nitrogen dalam kotoran padat.

Pupuk kandang bermanfaat untuk menyediakan unsur hara makro dan mikro dan mempunyai daya ikat ion yang tinggi sehingga akan mengefektifkan bahan - bahan anorganik di dalam tanah, termasuk pupuk anorganik. Selain itu, pupuk kandang bisa memperbaiki struktur tanah, sehingga pertumbuhan tanaman bisa optimal. Pupuk kandang yang telah siap diaplikasikan memiliki ciri bersuhu dingin, remah, wujud aslinya tidak tampak, dan baunya telah berkurang. Jika belum memiliki ciri-ciri tersebut, pupuk kandang belum siap digunakan. Penggunaan pupuk yang belum matang akan menghambat pertumbuhan tanaman, bahkan bisa mematikan tanaman. Penggunaan pupuk kandang yang baik adalah dengan cara dibenamkan, sehingga penguapan unsur hara dapat berkurang. Penggunaan pupuk kandang yang berbentuk cair paling baik dilakukan setelah tanaman tumbuh, sehingga unsur hara yang terdapat dalam pupuk kandang cair ini akan cepat diserap oleh tanaman.

Pupuk hijau adalah pupuk organik yang berasal dari tanaman atau berupa sisa panen. Bahan tanaman ini dapat dibenamkan pada waktu masih hijau atau setelah dikomposkan. Sumber pupuk hijau dapat berupa sisa-sisa tanaman (sisa panen) atau tanaman yang ditanam secara khusus sebagai penghasil pupuk hijau, seperti kacang-kacangan dan tanaman paku air (*Azolla*). Jenis tanaman yang dijadikan sumber pupuk hijau diutamakan dari jenis legume, karena tanaman ini mengandung hara yang relatif tinggi, terutama nitrogen dibandingkan dengan jenis tanaman lainnya. Tanaman legume juga relatif mudah terdekomposisi sehingga penyediaan haranya menjadi lebih cepat. Pupuk hijau bermanfaat untuk meningkatkan kandungan bahan organik dan unsur hara di dalam tanah, sehingga terjadi perbaikan sifat fisika, kimia, dan biologi tanah, yang selanjutnya berdampak pada peningkatan produktivitas tanah dan ketahanan tanah terhadap erosi.

Kompos adalah pupuk yang dibuat dari hasil penguraian aneka bahan organik (Alex. 2010: 50). Bahan organik ini berasal dari tanaman, hewan, dan limbah organik yang telah mengalami proses dekomposisi atau fermentasi. Jenis tanaman yang sering digunakan untuk kompos di antaranya jerami, sekam padi, tanaman pisang, gulma, sayuran yang busuk, sisa tanaman jagung, dan sabut kelapa. Bahan dari ternak yang sering digunakan untuk kompos di antaranya kotoran ternak, urine, pakan ternak yang terbuang, dan cairan biogas. Tanaman air yang sering digunakan untuk kompos di antaranya ganggang biru, gulma air, eceng gondok, dan Azolla.

Kriteria mutu kompos dapat diduga dari nisbah kadar karbon dan nitrogen (C/N ratio) dari kompos yang bersangkutan. Jika C/N ratio tinggi, berarti bahan penyusun kompos belum terurai secara sempurna. Bahan kompos dengan C/N ratio tinggi akan terurai atau membusuk lebih lama dibandingkan dengan bahan yang memiliki C/N ratio rendah. Kualitas kompos dianggap baik jika memiliki C/N ratio antara 12 – 15. Kadar hara kompos sangat bervariasi, tergantung dari jenis bahan asal yang digunakan dan cara pembuatan kompos. Kandungan unsur hara kompos: pH 7 – 7,3; kadar air 30 – 40%; Nitrogen 0,1 – 0,6%; Fosfor 0,1 – 0,4%; Kalium 0,8 – 1,5%; dan Kalsium 0,8 – 1,5%. Sedangkan cirri fisik kompos yang baik adalah berwarna gelap, tidak berbau, agak lembab, dan bahan pembentuknya sudah tidak tampak lagi (Prasetya: 84)

Dari hasil Penelitian (Tyaswati. 2003) kompos sampah organik di Universitas Brawijaya mengandung beberapa unsur organik, diantaranya: Nitrogen 3,14%; Fosfor 6,98%; Kalium 2,14%; C-organik 35,02%; pH 6,9; dan C/N rasio 11.

Beberapa kegunaan kompos adalah memperbaiki struktur tanah, memperkuat daya ikat agregat (*zat hara*) tanah berpasir, meningkatkan daya tahan dan daya serap air, memperbaiki drainase dan pori - pori dalam tanah, menambah dan mengaktifkan unsur hara. Kompos digunakan dengan cara menyebarkannya di sekeliling tanaman. Kompos yang layak digunakan adalah yang sudah matang, ditandai dengan menurunnya temperatur kompos (di bawah 40<sup>0</sup>C).

Humus adalah material organik yang berasal dari degradasi ataupun pelapukan daun-daunan dan ranting-ranting tanaman yang membusuk (mengalami dekomposisi) yang akhirnya mengubah humus menjadi (bunga tanah), dan kemudian menjadi tanah. Bahan baku untuk humus adalah dari daun ataupun ranting pohon yang berjatuhan, limbah pertanian dan peternakan, industri makanan, agroindustri, kulit kayu, serbuk gergaji (abu kayu), kepingan kayu, endapan kotoran, sampah rumah tangga, dan limbah-limbah padat perkotaan. Humus merupakan sumber makanan bagi tanaman,

serta berperan baik bagi pembentukan dan menjaga struktur tanah. Senyawa humus juga berperan dalam pengikatan bahan kimia toksik dalam tanah dan air. Selain itu, humus dapat meningkatkan kapasitas kandungan air tanah, membantu dalam menahan pupuk anorganik larut-air, mencegah penggerusan tanah, menaikkan aerasi tanah, dan menaikkan fotokimia dekomposisi pestisida atau senyawa-senyawa organik toksik. Kandungan utama dari kompos adalah humus. Humus merupakan penentu akhir dari kualitas kesuburan tanah, jadi penggunaan humus sama halnya dengan penggunaan kompos.

Pupuk organik sangat bermanfaat bagi peningkatan produksi pertanian baik kualitas maupun kuantitas, mengurangi pencemaran lingkungan, dan meningkatkan kualitas lahan secara berkelanjutan. Penggunaan pupuk organik dalam jangka panjang dapat meningkatkan produktivitas lahan, mencegah degradasi lahan serta mampu memperbaiki sifat fisika, kimia biologi tanah dan lingkungan. Pupuk organik yang ditambahkan ke dalam tanah akan mengalami beberapa kali fase perombakan oleh mikroorganisme tanah untuk menjadi humus. Bahan organik juga berperan sebagai sumber energi dan makanan mikroba tanah sehingga dapat meningkatkan aktivitas mikroba tersebut dalam penyediaan hara tanaman.

Selama proses pengomposan, diperlukan seleksi bahan dasar kompos yang mengandung bahan-bahan berbahaya dan beracun (B3). Pupuk organik dapat berperan sebagai pengikat butiran primer menjadi butir sekunder tanah dalam pembentukan pupuk. Keadaan ini mempengaruhi penyimpanan, penyediaan air, aerasi tanah, dan suhu tanah. Bahan organik dengan karbon dan nitrogen yang banyak, seperti jerami atau sekam lebih besar pengaruhnya pada perbaikan sifat-sifat fisik tanah dibanding dengan bahan organik yang terdekomposisi seperti kompos.

Pupuk organik memiliki fungsi kimia yang penting seperti penyediaan hara makro (nitrogen, fosfor, kalium, kalsium, magnesium, dan sulfur) dan mikro seperti zink, tembaga, kobalt, barium, mangan, dan besi, meskipun jumlahnya relatif sedikit. Unsur hara makro dan mikro tersebut sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman.

Fungsi unsur-unsur hara makro :

a. Nitrogen (N):

- Merangsang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan
- Merupakan bagian dari sel (organ) tanaman itu sendiri
- Berfungsi untuk sintesa asam amino dan protein dalam tanaman

- Merangsang pertumbuhan vegetatif (warna hijau daun, panjang daun, lebar daun) dan pertumbuhan vegetatif batang (tinggi dan ukuran batang).
  - Tanaman yang kekurangan unsur nitrogen gejalanya: pertumbuhan lambat/kerdil, daun hijau kekuningan, daun sempit, pendek dan tegak, daun-daun tua cepat menguning dan mati.
- b. Fosfor (P):
- Berfungsi untuk pengangkutan energi hasil metabolisme dalam tanaman
  - Merangsang pembungaan dan pembuahan
  - Merangsang pertumbuhan akar
  - Merangsang pembentukan biji
  - Merangsang pembelahan sel tanaman dan memperbesar jaringan sel
  - Tanaman yang kekurangan unsur fosfor gejalanya: pembentukan buah/dan biji berkurang, kerdil, daun berwarna keunguan atau kemerahan
- c. Kalium (K):
- Berfungsi dalam proses fotosintesis, pengangkutan hasil asimilasi, enzim, dan mineral termasuk air.
  - Meningkatkan daya tahan/kekebalan tanaman terhadap penyakit
  - Tanaman yang kekurangan unsur kalium gejalanya: batang dan daun menjadi lemas/rebah, daun berwarna hijau gelap kebiruan tidak hijau segar dan sehat, ujung daun menguning dan kering, timbul bercak coklat pada pucuk daun.
- Pupuk organik juga berfungsi meningkatkan kapasitas tukar kation tanah dan membentuk senyawa kompleks dengan ion logam yang meracuni tanaman seperti aluminium, besi, dan mangan.

## 2.6. Kelayakan Ekonomi

Setiap kegiatan yang diadakan selalu diharapkan dapat mencapai tujuan/target tertentu sedemikian rupa sehingga kegiatan tersebut dapat memberikan manfaat (*benefit*) setelah jangka waktu tertentu. Dalam kaitannya dengan kegiatan yang dilaksanakan, tujuan analisis/evaluasi suatu kegiatan adalah untuk memperbaiki penilaian investasi, hal ini dikarenakan kesalahan dalam pemilihan kegiatan dapat mengakibatkan pengorbanan dan pemborosan sumber daya yang mungkin langka keberadaannya.

Tujuan utama analisa ekonomi adalah:

- a. Melakukan identifikasi tingkat kelayakan suatu proyek terhadap kepentingan usaha untuk melakukan penilaian apakah investasi yang dilakukan akan memberikan manfaat ekonomi yang cukup.
- b. Melakukan penilaian seberapa besar keuntungan yang akan diperoleh oleh penerima manfaat proyek tersebut bila dibandingkan dengan tidak adanya proyek,
- c. Melakukan pengesahan (justifikasi) terhadap biaya yang diperlukan untuk pembangunan proyek tersebut dan kemungkinan pengembalian investasi dalam kaitan dengan pembayaran kembali pinjaman.

Dalam analisa suatu kegiatan ada berbagai aspek yang perlu diperhatikan, salah satunya adalah aspek ekonomi. Aspek ekonomi berguna untuk menyelidiki apakah kegiatan akan memberikan sumbangan dalam pembangunan ekonomi seluruhnya dan apakah peranannya dapat membenarkan penggunaan sumber-sumber yang langka. Karenanya analisis ekonomi merupakan salah satu aspek yang sangat penting dalam suatu kegiatan dan merupakan salah satu penentu kebijakan dalam pengambilan keputusan. Melalui analisis ekonomi ini dapat dinilai apakah suatu kegiatan yang dilaksanakan mendatangkan keuntungan (layak) atau tidak mendatangkan keuntungan (tidak layak).

### **2.6.1. Pengertian Biaya**

Biaya investasi kegiatan dapat didefinisikan sebagai jumlah semua pengeluaran dana yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan sampai selesai mulai dari ide, studi kelayakan, perencanaan, pelaksanaan, sampai pada operasi dan pemeliharaan. Pada analisis kelayakan ekonomi biaya-biaya tersebut dikelompokkan menjadi beberapa komponen sehingga memudahkan dalam perhitungannya. Menurut Kuiper (1971 : 61), semua biaya itu dikelompokkan menjadi dua, yaitu biaya modal (*capital cost*) dan biaya pemeliharaan.

#### **2.6.1.1. Biaya Modal (*Capital Cost*)**

Definisi dari biaya modal adalah jumlah semua pengeluaran yang diperlukan mulai dari pra studi sampai kegiatan selesai dilaksanakan. Biaya ini merupakan biaya yang diperlukan untuk pelaksanaan penanaman. Misalnya, untuk pembelian bibit, pembelian *polybag*, pembelian media dan lain sebagainya.

#### **2.6.1.2. Biaya Pemeliharaan**

Pada prinsipnya biaya yang masih diperlukan sepanjang umur tanaman ini, yang juga merupakan biaya pemeliharaan tanaman, meliputi pemupukan dan pengadaan bahan pada periode tanam berikutnya.

### 2.6.2. Keuntungan Kegiatan (*Benefit*)

Dalam hal ini benefit suatu kegiatan terdiri dari keuntungan langsung (*direct benefits*) dan keuntungan tidak langsung (*indirect benefits*), disamping itu dikenal pula keuntungan yang tidak dapat diukur dengan uang (*intangible benefits*).

### 2.6.3. Hubungan Manfaat-Biaya

Menurut Kuiper (1971 : 131), ada tiga parameter yang sering dipakai dalam analisis manfaat dan biaya, yaitu :

- Nisbah Manfaat dan Biaya (*Benefit/Cost* atau B/C)

Nisbah Manfaat dan Biaya merupakan suatu analisa pemilihan proyek yang biasa dilakukan, yaitu perbandingan antara benefit dengan cost. Kalau Nilainya  $< 1$ , maka proyek tersebut tidak ekonomis, sedangkan kalau  $> 1$  maka Proyek tersebut feasible. Kalau B/C R = 1 dikatakan proyek tersebut marginal (tidak untung tidak rugi):

$$B/C R = \frac{\text{keuntungan total}}{\text{biaya total}} \quad (2.6)$$

- Selisih Manfaat dan Biaya (*Net Benefit*)

Selisih Manfaat dan Biaya adalah jumlah benefit dikurangi jumlah biaya. Makin tinggi tingkat suku bunga maka selisih manfaat dan biaya akan semakin kecil. Bahkan pada tingkat suku bunga tertentu selisihnya menjadi nol sehingga proyek ini dapat dikatakan marginal. Demikian pula untuk ratio manfaat dan biaya (B/C) pada tingkat marginal ratio itu sama dengan 1.

$$B - C = \text{Pendapatan total} - \text{Biaya total} \quad (2.7)$$

- Tingkat Pengembalian Internal (*Rate of Return / ROR*)

Tingkat Pengembalian Internal adalah tingkat suku bunga yang membuat manfaat dan biaya mempunyai nilai yang sama atau  $B - C = 0$  atau tingkat suku bunga yang membuat  $B/C = 1$ .

Bila biaya dan manfaat tahunan konstan, perhitungan ROR dapat dilakukan dengan dasar tahunan, tapi bila tidak konstan dapat dilakukan dengan dasar nilai keadaan yang sekarang (*present value*) dan dicari dengan cara coba-coba (*trial and error*). Parameter ROR tidak terpengaruh dengan bunga komersil yang berlaku, sehingga ROR ini sering disebut dengan istilah Internal Rate of Return. Bila besarnya ROR ini sama dengan besarnya bunga komersil yang berlaku maka proyek dikatakan marginal, namun bila lebih besar proyek ini menguntungkan.

## 2.7. Rancangan Percobaan

Saat menentukan suatu rancangan perlu memperhatikan tiga hal dasar yaitu perlakuan (*treatment*), pengulangan (*replication*) dan pengaturan atau pembatasan lokal (*local control*).

### a. Perlakuan (*treatment*)

- Semua tindakan coba-coba (*trial and error*) terhadap suatu objek yang pengaruhnya akan diuji.
- Bisa berasal dari dua faktor atau lebih (kombinasi perlakuan)

### b. pengulangan (*replication*)

- Frekuensi perlakuan dalam suatu percobaan.
- Jumlahnya tergantung tingkat ketelitian yang diinginkan terhadap kesimpulannya.
- Paterson (1939) mengemukakan bahwa banyaknya ulangan ( $n$ ) pada suatu percobaan didasarkan pada derajat bebas (*degree of freedom error*) dari analisis keragaman (*analysis of variance*) suatu rancangan (*design*), yaitu berkisar dari 10 (paling sedikit) sampai 20 (sebaiknya). Untuk memudahkan perhitungannya dianjurkan diambil nilai tengahnya yaitu 15 (banyaknya ulangan minimal).

$$db_e \text{ RAL: } p(n-1) = 15$$

$$db_e \text{ RAK: } (p-1)(n-1) = 15$$

dimana  $p$  = jumlah perlakuan, dan  $n$  = jumlah ulangan

- Dipengaruhi oleh: derajat ketelitian, keragaman bahan, dan biaya yang tersedia.

### c. pengaturan atau pembatasan lokal (*local control*)

- Rancangan Acak Lengkap (RAL): percobaan yang dilakukan dalam kondisi homogen (laboratorium, rumah kaca, dsb.); mempunyai 2 unsur dasar yaitu perlakuan dan ulangan.
- Rancangan Acak Kelompok (RAK) dilakukan dalam kondisi heterogen (lapangan, kebun, danau, laut); mempunyai 2 unsur dasar dan unsur ke-3 yaitu kontrol lokal.
- Pemblokiran perlakuan dilakukan berdasarkan kondisi faktor-faktor media, bahan, alat, tenaga kerja, lingkungan, atau faktor lainnya yang tidak terkait langsung dengan faktor penelitian.

Jenis-Jenis Rancangan Lingkungan (Ali, Kemas. 1994):

1. Rancangan Acak Lengkap (RAL)

Penggunaan RAL akan efektif apabila kondisi bahan percobaan itu seragam/homogen seperti di Lab. Rumah Kaca. Pada RAL ini yang dikendalikan hanya satu keragaman saja yaitu perlakuan. RAL ini disebut juga sebagai *one way analysis*.

2. Rancangan Acak Kelompok (RAK)

RAK digunakan apabila ada dua sumber yang membuat keragaman, misalnya percobaan pemupukkan di lahan yg miring, maka sumber keragamannya adalah pupuk (jenis atau dosisnya) dan lahan yg miring. RAK ini disebut juga sebagai *two way analysis*.

3. Rancangan Bujur Sangkar Latin (RBSL)

RBSL digunakan ada tiga sumber yang membuat keragaman, misalnya percobaan pengolahan tanah dengan traktor, maka sumber keragamannya adalah tanah, traktor, dan supir/operator. RBSL disebut juga sebagai *three way analysis*.

## 2.8. Analisa Statistik

Hipotesis dapat diartikan sebagai dugaan mengenai suatu hal atau merupakan jawaban sementara terhadap suatu masalah. Hipotesis dinyatakan dalam pernyataan yang menghubungkan secara eksplisit satu variabel dengan variabel lainnya. Hipotesis yang baik selalu menunjukkan hubungan dua variabel atau lebih. Dalam analisa statistik dikenal  $H_1$  (hipotesis kerja) serta diperlukan  $H_0$  sebagai pembanding dan sering disebut hipotesis statistik. Penerimaan suatu hipotesis ( $H_0$ ) karena tidak cukup bukti untuk menolaknya, sehingga berimplikasi hipotesis tersebut benar. Penarikan kesimpulannya adalah terima  $H_0$  jika memang  $H_0$  benar dan tolak  $H_0$  jika  $H_0$  memang salah. Diantara metode untuk uji hipotesis adalah uji analisis ragam atau *Analysis of Variance* (ANOVA).

Analisis ragam atau *analysis of Variance* (ANOVA) adalah suatu metode untuk menghitung nilai F, kemudian nilai F ini dibandingkan dengan nilai F kritis ( $F_{cr}$ ) dari Tabel F. Adapun yang diuji adalah ketidaktergantungan (*independence*) atau keseragaman (homogenitas) (Montarcih. 2009: 43).

Jenis data yang tepat untuk ANOVA adalah nominal atau ordinal pada variabel bebasnya, jika data pada variabel bebasnya dalam bentuk interval atau ratio maka harus diubah dulu dalam bentuk ordinal atau nominal. Sedangkan variabel terikatnya adalah

data interval atau ratio. Syarat menggunakan analisis varian harus terpenuhi asumsi dasarnya, agar kesimpulan yang diambil tidak menimbulkan kesalahan atau kurang akurat. Adapun asumsi dasar yang harus terpenuhi (Hartono. 2008: 236) adalah:

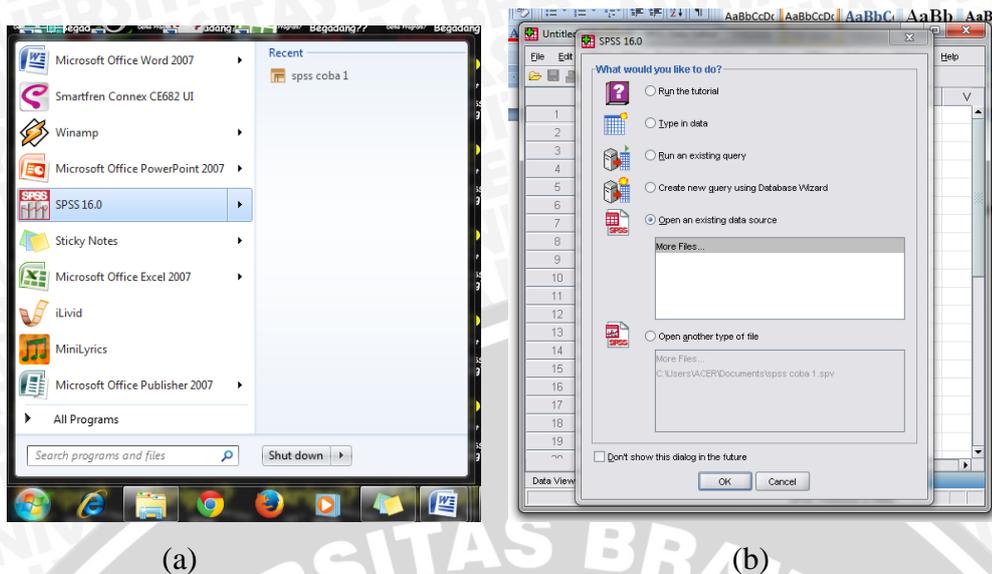
1. Distribusi data harus normal, agar data berdistribusi normal dapat ditempuh dengan cara memperbanyak jumlah sampel dalam kelompok.
2. Setiap kelompok hendaknya berasal dari populasi yang sama dengan variansi yang sama pula. Bila banyaknya sampel sama pada setiap kelompok maka kesamaan variansinya dapat diabaikan. Tapi bila banyaknya sampel pada masing-masing kelompok tidak sama maka kesamaan variansi populasi sangat diperlukan.
3. Pengambilan sampel dilakukan secara random (acak).

Sebenarnya ANOVA lebih akurat digunakan untuk jumlah sampel yang sama pada setiap kelompoknya. Namun, ANOVA dapat juga digunakan untuk analisis jumlah sampel yang berbeda pada setiap kelompoknya, yang penting asumsi dasar dari ANOVA terpenuhi.

ANOVA pada dasarnya terdiri dari dua kelompok. Pengelompokan ditentukan dari jumlah variabel bebasnya. Bila variabel yang akan dianalisis terdiri dari satu variabel terikat dan satu variabel bebas disebut ANOVA satu arah. Bila variabel yang akan dianalisis terdiri dari satu variabel terikat dan lebih dari satu variabel bebas disebut dengan ANOVA dua arah. Secara aplikatif, ANOVA digunakan untuk menguji rata-rata lebih dari dua sampel berbeda secara signifikan atau tidak.

SPSS merupakan salah satu program olah data statistik yang paling banyak diminati oleh para peneliti karena relatif fleksibel dan dapat digunakan untuk hampir semua bentuk dan tingkatan penelitian. Hampir semua model aplikasi statistik, mulai dari yang sederhana yakni *Statistic Deskriptive (Mean, Median, Modus, Sum, Prosentase, Minimum, Maksimum, Kuartil, Desil, Persentil, Range, Varians, Standard Deviasi, dan lain-lain)* hingga Statistik Inferensial dengan model Parametrik (*Compare Means, Model korelasi, Regresi Linier dan lain-lain*) serta model Non-Parametrik (*Chi Square, Wilcoxon, Kendall Tau dan lain-lain*). Selain itu dalam SPSS dilengkapi pula dengan menu pengelolaan berbagai jenis grafik dengan tingkat resolusi tinggi. Cara untuk melakukan uji ANOVA satu arah dengan menggunakan SPSS:

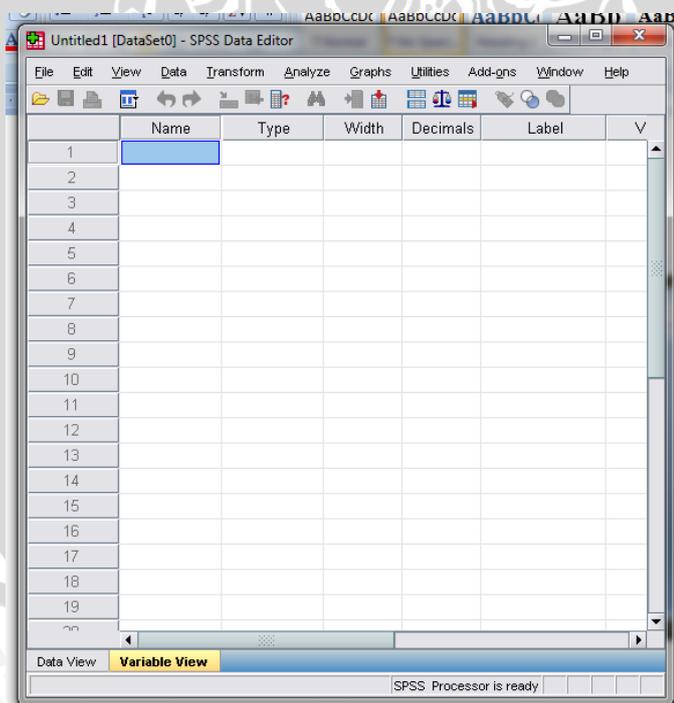
1. Membuka program SPSS.



**Gambar 2.2 (a) Memulai SPSS; (b) Kotak Dialog Awal SPSS**

Dalam keadaan default, pilihannya adalah *open an existing data source*. Jika ingin membuka file yang sudah ada klik OK. Namun jika anda akan membuat file data baru klik *cancel* maka akan muncul layar kosong SPSS yang bisa diisi dengan data baru.

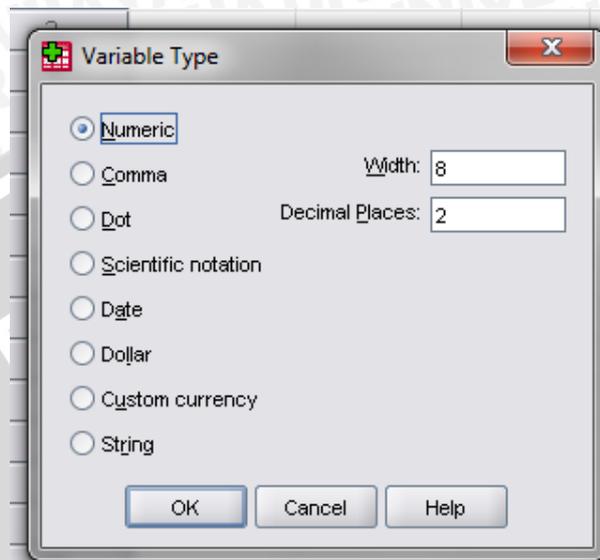
2. Untuk mengaktifkan layar kerja pengisian variabel, maka klik *variabel view*, sehingga muncul layar kerja sbb:



**Gambar 2.3. Layar Kerja Variabel View**

Aturan penulisan *variabel view* (kolom-kolom yang harus diisi) adalah sbb:

- *Name*: diisi dengan nama variabel yang kita inginkan dengan syarat diawali dengan huruf dan panjang nama variabel maksimum 3 karakter serta tidak boleh ada yang sama.
- *Type*: untuk menentukan type data, klik pada kolom type (bagian kanan yang bertandakan ...) sehingga muncul kotak dialog sbb:



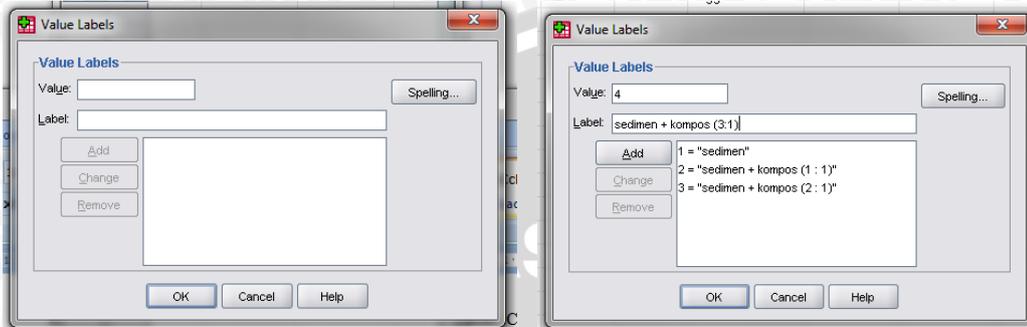
**Gambar 2.4. Kotak Dialog *Variabel Type***

Terdapat 8 pilihan type data yang dapat digunakan, yaitu:

- Numeric* : data berupa angka
- Comma* : berupa angka dengan tanda koma sebagai pemisah bilangan ribuan
- Dot* : untuk angka dengan tanda titik sebagai pemisah bilangan ribuan
- Scientific notation* : sama dengan numeric tetapi menggunakan symbol E untuk kelipatan 10 (missal  $120000 = 1,20E+5$ )
- Date* : menampilkan data berupa tanggal atau waktu
- Dollar* : data dengan tanda dolar
- Custom currency* : data dengan format tanda mata uang
- String* : data berupa huruf dan karakter lainnya.

- *Width*: kolom ini untuk penentuan lebar kolom. Caranya dengan diklik maka akan muncul tanda panah, kemudian klik tanda panah ke bawah untuk mengurangi lebar kolom dan tanda panah ke atas untuk menambah lebar kolom atau bisa dengan mengetikkan langsung pada kolom yang tersedia.

- *Decimals*: menentukan bilangan decimal yang diperlukan. Caranya sama dengan *Width*.
- *Label*: untuk memberikan keterangan dari variabel yang ada.
- *Value*: untuk variabel dummy atau berdasarkan kelompok. Caranya klik kolom *value* (pada bagian kanan bertanda ...) sehingga muncul kotak dialog berikut:



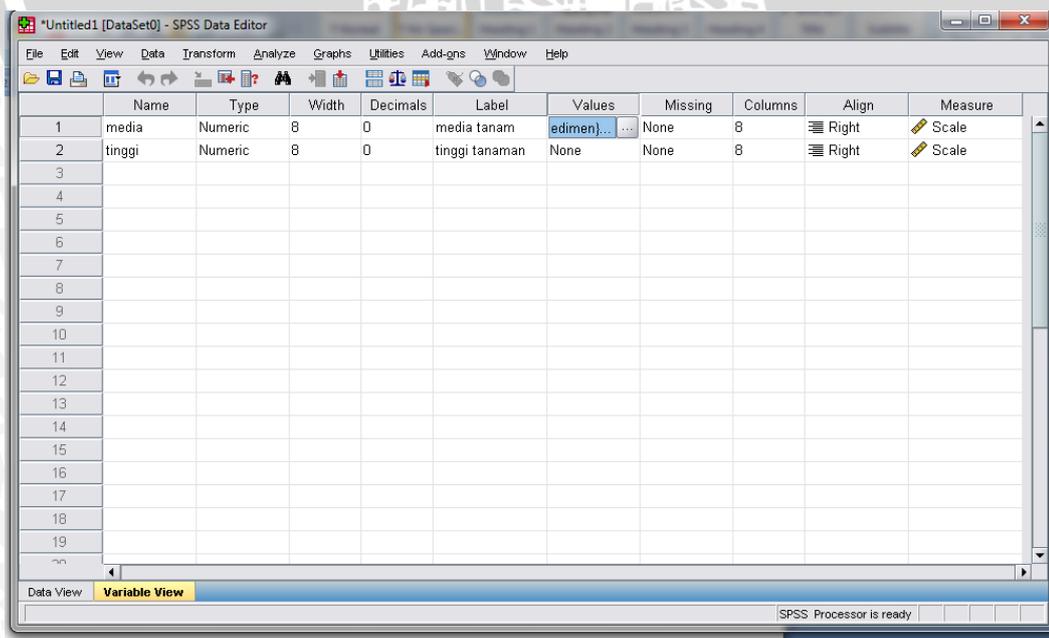
(a)

(b)

**Gambar 2.5. Kotak Dialog *Value Labels* (a) kosong; (b) setelah diisi**

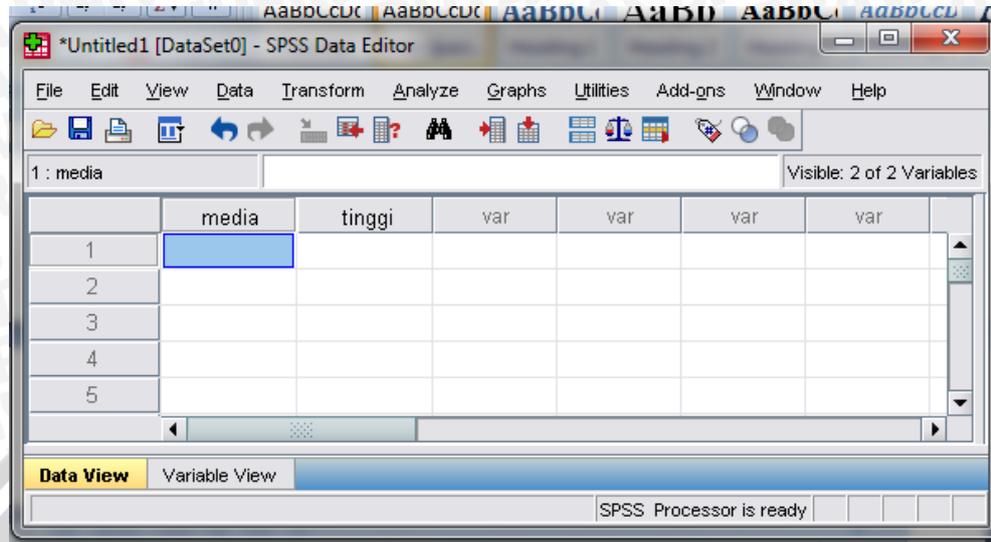
Pada kolom *value* ketikkan angka dan kolom *label* ketikkan penjelas kemudian klik *Add*.

- *Missing*: digunakan untuk menjelaskan data yang hilang / rusak.
- *Columns*: menentukan lebar kolom caranya sama dengan mengatur *width*.
- *Align*: untuk meletakkan data pada posisi yang tersedia yaitu rata kiri, kanan atau tengah.
- *Measure*: untuk menentukan jenis data yang akan dimasukkan

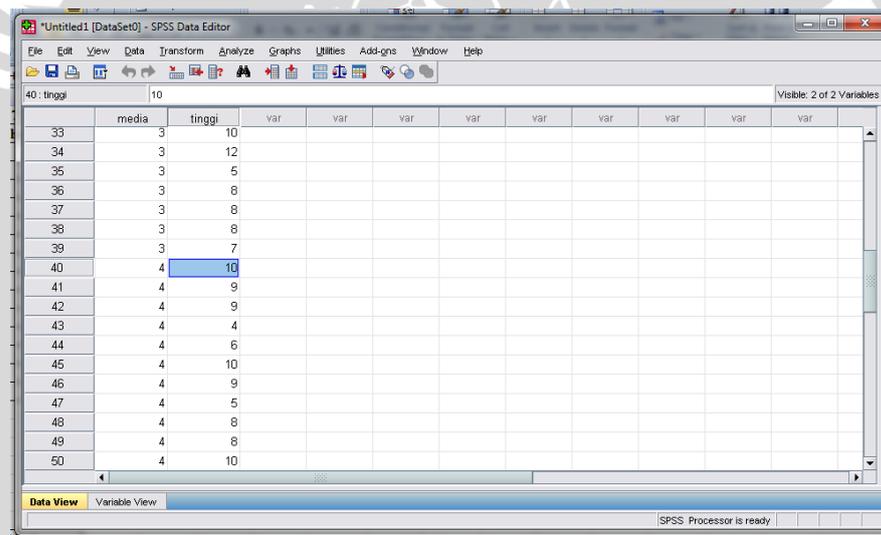


**Gambar 2.6. Hasil Pengisian *Variable View***

- Memasukkan data pada layar kerja data view. Untuk mengaktifkannya, klik data view pada bagian bawah *spreadsheet*.

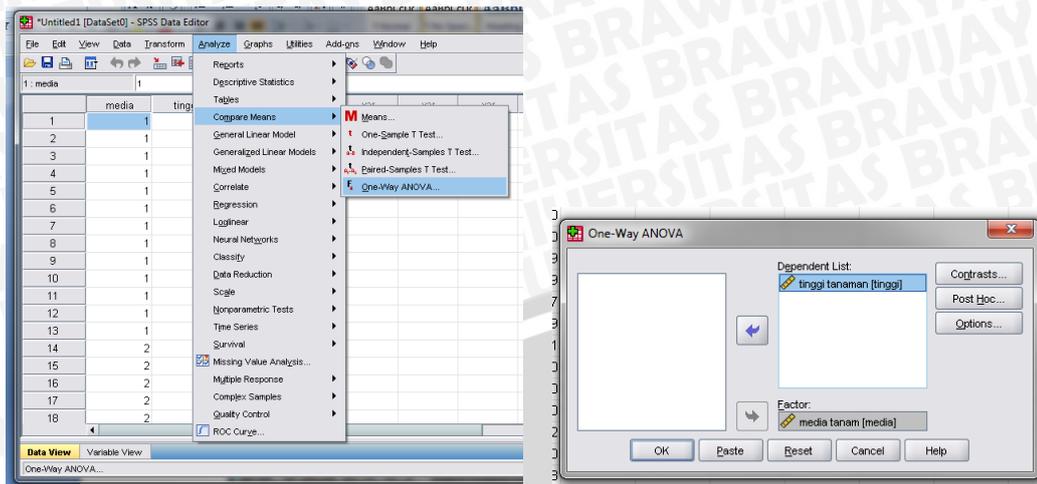


**Gambar 2.7. Layar Kerja Data View**



**Gambar 2.8. Hasil Pengisian Data View**

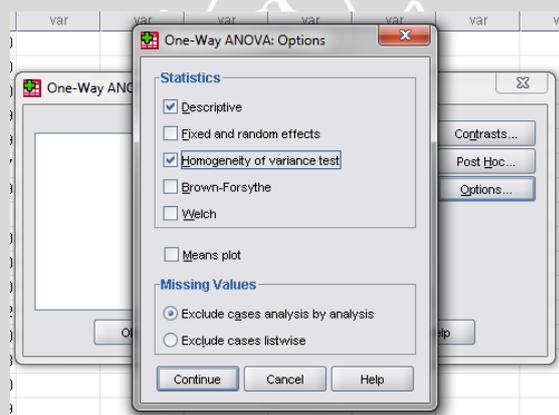
- Pada menu, pilih *Analyze, Compare Means, One-Way ANOVA*.



**Gambar 2.9. Kotak dialog One-Way ANOVA**

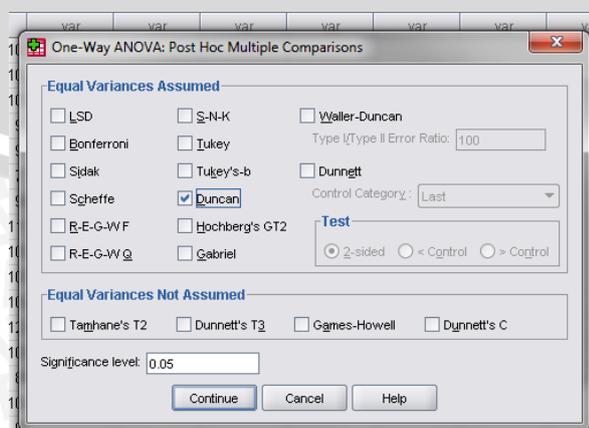
Pilih variabel “tinggi” lalu masukkan ke kotak “*Dependent List*” kemudian pilih variabel “media” lalu dimasukkan ke kotak “*Faktor*”.

5. Klik Options, centang “*Descriptive*” dan “*Homogeneity of variance test*”.



**Gambar 2.10. Kotak Dialog Options**

6. Klik *continue*.
7. Masih dijendela One-Way ANOVA, klik tombol Post Hoc, centang “*Duncan*” serta biarkan *significance level* = 0,05.



**Gambar 2.11. Kotak Dialog Post Hoc**

8. Klik *continue*. Kemudian OK.
9. Lihat hasil print out dari analisis dengan SPSS

Contoh

**Tabel 2.6 Contoh Data yang akan di Analisis**

Ulangan	Perlakuan			
	A	B	C	D
1	X1	X2	X3	X4
2	X5	X6	X7	X8
3	X9	X10	X11	X12
4	X13	X14	X15	Xn
	T1	T2	T3	Tn

$$FK = \left( \frac{(X1+X2+\dots+Xn)^2}{\text{banyaknya\_data}} \right)$$

$$JKT = (X1^2 + X2^2 + \dots + Xn^2) - FK$$

$$JKP = \left( \frac{(T1^2+T2^2+\dots+Tn^2)}{\text{banyakny\_a\_ulangan}} \right) - FK$$

$$JKG = JKT - JKP$$

#### a. Deskriptif

Tabel Deskriptif ini memuat ringkasan statistik deskripsi, rata – rata, standar deviasi, standar error, dan lain – lain

**Tabel 2.7. Contoh Tabel Deskriptif Hasil *Output* SPSS**

Perlakuan	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% confidence interval for mean		Minimum	Maksimum
					Lower Bound	Upper Bound		
Perlakuan A								
Perlakuan B								
Perlakuan C								
Perlakuan D								
Total								

Keterangan:

N : jumlah sampel

Mean : rata-rata

Std. Deviation : Simpangan baku

Std. Error : Galat

95% confidence interval for mean: Tingkat kepercayaan 95%

*Lower Bound* : batas bawah

*Upper Bound* : batas atas

Minimum : nilai terendah dari suatu deretan data

Maksimum : nilai tertinggi dari suatu deretan data

## b. Uji Normalitas

Uji distribusi normal adalah uji untuk mengukur apakah data kita memiliki distribusi normal sehingga dapat dipakai dalam statistik parametrik. Uji ini dilakukan karena tes parametrik dibangun dari distribusi normal dan kita bisa berasumsi bahwa sampel yang diambil benar-benar mewakili populasi sehingga hasil penelitian kita dapat digeneralisasikan pada populasi. Dalam pandangan statistik, sifat dan karakteristik populasi adalah terdistribusi secara normal. Cara yang biasa dipakai untuk mengujinya adalah Uji *Chi Square* dan Uji *Kolmogorov-Smirnov*. Dalam hal ini yang digunakan adalah Uji *Kolmogorov-Smirnov*.

Uji *Kolmogorov-Smirnov* dapat digunakan sebagai alternative untuk menguji kesesuaian distribusi. Caranya dengan mengurutkan data  $x$  dari kecil ke besar. Kemudian menghitung simpangan maksimum  $D$  dengan rumus:

$$D = \text{Max } |P_x(x) - S_n(x)|$$

dengan:

$P_x(x)$  : posisi data  $x$  menurut garis sebaran teoritis.

$S_n(x)$  : posisi data  $x$  menurut pengamatan, dalam hal ini dipakai posisi plotting menurut Weibull.

Untuk mendapatkan  $S_n(x)$  memakai posisi plotting menurut Weibull, digunakan rumus berikut:

$$S_n(x) = \frac{m}{1+n}$$

dengan:

$m$  : no. urut data  $x$

$n$  : banyak data  $x$

Sedangkan  $P_x(x)$  adalah besarnya probabilitas untuk yang lebih kecil dari data  $x$  atau dengan kata lain merupakan luasan di sebelah kiri, di bawah kurva PDF (Probability Density Function) dari sebaran yang diuji untuk data  $x$ . apabila diketahui besarnya  $Pr$  (probabilitas terjadi), maka:

$$P_x(x) = 1 - Pr$$

dengan:

$P_r$  : probabilitas data  $x$  untuk disamai atau dilampaui.

Simpangan maksimum  $D$  hasil perhitungan lalu dibandingkan dengan nilai  $D$  kritis ( $D_{cr}$ ) dari tabel berikut:

**Tabel 2.8. Tabel Nilai Kritis ( $D_{cr}$ ) untuk Uji Kolmogorov-Smirnov**

Ukuran Sampel N	Dcr				
	untuk level of significance $\alpha$				
	20%	15%	10%	5%	1%
1	0,900	0,925	0,950	0,975	0,995
2	0,684	0,726	0,776	0,842	0,929
3	0,565	0,597	0,642	0,708	0,829
4	0,494	0,525	0,564	0,624	0,734
5	0,446	0,474	0,510	0,563	0,669
6	0,410	0,436	0,470	0,521	0,618
7	0,381	0,405	0,438	0,486	0,577
8	0,358	0,381	0,411	0,457	0,543
9	0,339	0,360	0,388	0,432	0,514
10	0,332	0,342	0,368	0,409	0,486
11	0,307	0,326	0,352	0,391	0,468
12	0,295	0,313	0,338	0,375	0,450
13	0,284	0,302	0,325	0,361	0,433
14	0,274	0,292	0,314	0,349	0,418
15	0,266	0,283	0,304	0,338	0,404
16	0,258	0,274	0,295	0,328	0,391
17	0,250	0,266	0,286	0,318	0,380
18	0,244	0,259	0,278	0,309	0,370
19	0,237	0,252	0,272	0,301	0,361
20	0,231	0,246	0,264	0,294	0,352
Rumus asimtotik	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,14}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1367}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,63}{\sqrt{n}}$

Sumber: Montarcih. 2009

Apabila ukuran sampel  $n > 20$ , gunakan rumus asimtotik untuk mendapatkan nilai  $D_{cr}$ .

Hipotesa:  $H_0$  : sampel memenuhi syarat distribusi yang diuji

$H_1$  : sampel tidak memenuhi syarat distribusi yang diuji

Apabila  $D < D_{cr}$  (dari tabel), maka  $H_0$  diterima dan jika sebaliknya maka  $H_0$  ditolak.

**Tabel 2.9. Contoh Tabel Uji Normalitas (Kolmogorov-Smirnov) Output SPSS**

		perlakuan 1	perlakuan 2	perlakuan 3	perlakuan 4
N					
Parameter	Rata-rata				
Normal	Std. Deviasi				
Most Extreme	Absolut				
Differences	Positif Negatif				
Kolmogorov-Smirnov Z					
Asymp. Sig.					

Interpretasi:

Hipotesis yang diajukan:

$H_0$  : distribusi data normal

$H_1$  : distribusi data tidak normal

Dasar pengambilan keputusan:

Jika probabilitasnya (Sig) >  $\alpha$  maka  $H_0$  diterima

Jika probabilitasnya (Sig) <  $\alpha$  maka  $H_0$  ditolak

### c. *Test of Homogeneity of Variances (Uji Homogenitas)*

Analisis ini bertujuan untuk menguji apakah varian dari beberapa perlakuan tersebut sama. Pengujian homogenitas dimaksudkan untuk memberikan keyakinan bahwa sekumpulan data dalam serangkaian analisis memang berasal dari populasi yang tidak jauh berbeda keragamannya. Khusus untuk studi korelatif yang sifatnya prediktif, model yang digunakan harus fit (cocok) dengan komposisi dan distribusi datanya. Model yang sesuai dengan keadaan data adalah apabila simpangan estimasinya mendekati 0. Untuk mendeteksi agar penyimpangan estimasi tidak terlalu besar, maka homogenitas variansi kelompok populasi dari mana sampel diambil, perlu diuji.

**Tabel 2.10. Contoh Tabel Uji Homogenitas**

<i>Levene Statistic</i>	df1	df2	Sig.
	p-1	p(n-1)	

Keterangan:

df : derajat kebebasan

p : banyaknya perlakuan

n : banyaknya ulangan

Interpretasi:

Hipotesis yang diajukan:

$H_0$  : beberapa perlakuan mempunyai varian yang sama

$H_1$  : beberapa perlakuan mempunyai varian yang tidak sama

Dasar pengambilan keputusan:

Jika probabilitasnya (Sig)  $> \alpha$  maka  $H_0$  diterima

Jika probabilitasnya (Sig)  $< \alpha$  maka  $H_0$  ditolak

#### d. ANOVA

Analisis ini bertujuan untuk menguji apakah perlakuan tersebut memiliki pengaruh atau tidak terhadap parameter pengamatan. Uji ini pada dasarnya adalah menghitung nilai F, kemudian nilai F ini dibandingkan dengan nilai F kritis ( $F_{cr}$ ) dari tabel F. Adapun yang diuji adalah ketidaktergantungan atau keseragaman.

Besarnya F berupa nisbah (ratio). Karena itu ada dua parameter derajat bebas yaitu  $n_1$  (derajat bebas pembilang) dan  $n_2$  (derajat bebas penyebut). Nilai  $F_{cr}$  dapat diperoleh dari tabel F untuk berbagai nilai *Level of Significance* ( $\alpha$ ), dengan menggunakan kedua parameter derajat bebas  $n_1$  dan  $n_2$  tersebut. Arah mendatar dari tabel adalah untuk pilihan nilai derajat bebas  $n_1$ , sedangkan arah tegak dari tabel adalah untuk pilihan nilai derajat bebas  $n_2$ .

**Tabel 2.11. Contoh Tabel ANOVA hasil SPSS**

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat bebas	Kuadrat Tengah	F hitung	Sig.
SK	JK	df	KT		
Perlakuan	JKP	df JKP = p - 1	KTP = JKP / (p - 1)	KTP / KTG	
Galat	JKG	df JKG = p(n - 1)	KTG = JKG / [p(n - 1)]		
Total	JKP + JKG	df JKP + df JKG			

Interpretasi:

Hipotesis yang diajukan:

$H_0$  : perlakuan tidak mempunyai pengaruh terhadap parameter pengamatan

$H_1$  : perlakuan mempunyai pengaruh terhadap parameter pengamatan

Dasar pengambilan keputusan:

Jika probabilitasnya  $F_{hitung} < F_{tabel}$  atau probabilitasnya (Sig)  $> \alpha$  maka  $H_0$  diterima

Jika probabilitasnya  $F_{hitung} > F_{tabel}$  atau probabilitasnya  $(Sig) < \alpha$  maka  $H_0$  ditolak

$F_{tabel}$  dapat dilihat pada  $\alpha = 5\%$  dengan

Derajat bebas pembilang = df JKP

Derajat bebas penyebut = df JKG

#### e. Uji Lanjut sesudah ANOVA

Analisis sesudah ANOVA atau pasca ANOVA (*post hoc*) dilakukan jika hipotesis nol ( $H_0$ ) ditolak. Namun jika hipotesis nol diterima maka analisis sesudah ANOVA tidak perlu dilakukan, karena tujuan analisis sesudah ANOVA adalah untuk mencari kelompok mana yang berbeda. Hal ini ditunjukkan oleh F hitung yang menunjukkan adanya perbedaan. Jika F hitung menunjukkan tidak ada perbedaan tentu analisis sesudah ANOVA tidak perlu dilakukan. Ada beberapa teknik analisis yang dapat digunakan untuk melakukan analisis sesudah ANOVA, antara lain *Tukey's HSD*, *Bonferroni*, *Fisher*, *Scheffe*, *Duncan* dan lain-lain (Hartono. 2008: 244).

Uji Duncan didasarkan pada sekumpulan nilai beda nyata yang ukurannya semakin besar, tergantung pada jarak diantara pangkat-pangkat dari dua nilai tengah yang dibandingkan. Dapat digunakan untuk menguji perbedaan diantara semua pasangan perlakuan yang mungkin tanpa memperhatikan jumlah perlakuan.