

EKONOMI PRODUKSI PERTANIAN: teori dan aplikasi di Indonesia



Modul 5 Perkuliahan Ekonomi Produksi Pertanian ini dirancang sebagai materi pembelajaran pada tatap muka di kelas minggu ke VI dan VII. Materi pembelajaran mencakup perkuliahan, tutorial dan praktikum. Praktikum diberikan dalam bentuk latihan soal terjadwal dalam kelas. Materi perkuliahan dan tutorial dikelompokkan ke dalam 3 kegiatan belajar yaitu :

1. Produksi dengan Dua Input
2. Maksimalisasi dalam Kasus Dua Input Produksi
3. Maksimalisasi atas Kendala Anggaran

MODUL 5 PERKULIAHAN DAN TUTORIAL/PRAKTIKUM

**LABORATORIUM EKONOMI PERTANIAN
JURUSAN SOSIAL EKONOMI PERTANIAN
PROGRAM STUDI AGRIBISNIS
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

V. KEGIATAN PEMBELAJARAN 1: PRODUKSI DENGAN DUA INPUT

Deskripsi Materi Pembelajaran:

Pada kegiatan pembelajaran 1 modul 5 ini akan dijelaskan hubungan input-input, di mana dua jenis input variabel digunakan untuk memproduksi satu jenis output. Secara grafis eksposisi hubungan input-input direpresentasikan melalui kurva isokuan dan isocost. Konsep isokuan dikembangkan dari skedul utilisasi input pupuk nitrogen sebagaimana pada bab-bab sebelumnya. Slope isokuan menjelaskan daya substitusi marginal. Isokuan memiliki beragam bentuk dan slope. Bentuk isokuan dipengaruhi oleh karakteristik fungsi produksi yang mentransformasikan input menjadi output. Keterkaitan antara daya substitusi marginal dan produk marginal dari masing-masing input yang digunakan dapat diturunkan secara matematis.

Tujuan Pembelajaran:

Kompetensi dasar yang harus dikuasai mahasiswa setelah:

1. mengikuti secara aktif satu kali tatap muka pembelajaran di kelas selama 2X60 menit/minggu
2. membaca *hand out* dan melakukan kajian pustaka selama 2X60 menit/minggu,
3. mengerjakan tugas terstruktur mandiri selama 2X60 menit/minggu
4. melaksanakan praktikum dan tutorial 1X120 menit/minggu

adalah menjelaskan kembali kata kunci dan definisi serta memahami konsep-konsep sebagai berikut:

1. Isokuan
2. MRS (*Marginal Rate of Substitution*)
3. *Diminishing Marginal Rate of Substitution*
4. *Constant Marginal Rate of Substitution*
5. *Increasing Marginal Rate of Substitution*
6. Konveks terhadap origin
7. $\Delta x_2 / \Delta x_1$
8. Asimptotik terhadap aksis
9. Cincin konsentris
10. Efek sinergistik
11. Tangensial
12. Slope infinit
13. Slope nol
14. *Ridge line*
15. Himpunan fungsi produksi
16. Perubahan output
17. Perubahan input
18. Limit
19. *Infinitesimally small*

- 20. Derivasi parsial
- 21. Derivasi total
- 22. Diferensial total

Materi Pembelajaran

5.1. Pengantar Konsep

Bahan kajian dari bab 2 sampai dengan bab 4 difokuskan pada bagaimana petani harus menetapkan seberapa banyak jumlah input tunggal yang harus digunakan atau seberapa banyak output diproduksi untuk memaksimalkan profit usahatani. Asumsi yang mendasari pola hubungan input-input adalah penggunaan dua jenis input atau sarana produksi usahatani. Untuk itu fungsi produksi yang digunakan dalam bab 1 sampai bab 4, $y=f(x)$(5.1.) perlu sedikit dimodifikasi menjadi $y=f(x_1,x_2)$(5.2.). Jika masih terdapat jenis input lain yang digunakan dalam proses produksi, fungsi produksi dapat dituliskan sebagai berikut: $y=f(x_1,x_2|x_3,\dots,x_n)$ (5.3.). Input x_3,\dots,x_n merupakan input tetap sedangkan x_1,x_2 adalah input variabel.

Pada kasus input tunggal, setiap level input akan dialokasikan untuk memproduksi level output yang berbeda, selama input yang digunakan masih menghasilkan level output sub optimal. Pada kasus dua input variabel, terdapat begitu banyak kombinasi input berbeda yang dapat menghasilkan level output tertentu. Tabel 5.1. mengilustrasikan sejumlah hubungan hipotetis antara pupuk Fosfat (P_2O_5) dan pupuk Potasium (K_2O) untuk menghasilkan jagung. Pada level penggunaan pupuk Nitrogen 180 pound per acre fungsi produksi dari data pada tabel 5.1. ditetapkan sebagai berikut:

$y=f(x_1,x_2|x_3)$(5.4.), di mana:

- y : jagung yang dihasilkan dalam satuan *bu* per acre
- x_1 : pupuk Potasium dalam pound per acre
- x_2 : pupuk Fosfat dalam pound per acre
- x_3 : pupuk Nitrogen diasumsikan konstan pada level 180 pound per acre

Pada tabel 5.1. terlihat produktivitas pupuk Potasium pada level penggunaan pupuk Fosfat yang dikurangi. Output maksimum tanpa aplikasi pupuk Fosfat adalah 99 *bu* per acre. Fungsi produksi pupuk Potasium tanpa aplikasi pupuk Fosfat semakin menurun setelah aplikasi pupuk Potasium mencapai 30 *pound* per acre. Tanpa pupuk Fosfat, daerah produksi III untuk pupuk Potasium terjadi lebih cepat.

Penggunaan pupuk Fosfat tanpa pupuk Potasium lebih produktif namun tak terpaut jauh dari produktivitas pupuk Potasium. Output maksimum tanpa aplikasi pupuk Potasium adalah 104 *bu* per acre yaitu pada level pemakaian pupuk Fosfat antara 40-50 pound. Daerah produksi III untuk pupuk Fosfat terjadi pada level penggunaan pupuk Fosfat sebesar 50 pound per acre.

Tabel 5.1. Respon Hipotetik Jagung terhadap Aplikasi Pupuk Fosfat dan Potasium

Pupuk Fosfat (pound/acre)	Pupuk Potasium (pound/acre)								
	0	10	20	30	40	50	60	70	80
0	96	98	99	99	98	97	95	92	88
10	98	101	103	104	105	104	103	101	99
20	101	104	106	108	109	110	110	109	106
30	103	107	111	114	117	119	120	121	121
40	104	109	113	117	121	123	126	128	129
50	104	111	116	121	125	127	129	131	133
60	103	112	118	123	126	128	130	131	134
70	102	111	117	123	126	127	131	136	135
80	101	108	114	119	119	125	129	131	134

Pada setiap baris tabel 5.1. disajikan fungsi produksi pupuk Potasium dengan asumsi level pemakaian pupuk Fosfat tidak berubah. Penambahan pemakaian pupuk Fosfat dari baris 1,2 dan seterusnya menyebabkan semakin meningkatnya produktivitas pupuk Potasium. Produk marginal dari setiap penambahan 10 unit pupuk Potasium lebih besar pada baris-baris terakhir dari tabel tersebut dibandingkan dengan baris-baris pada awal tabel. Fungsi produksi pupuk Potasium dengan jumlah pupuk Fosfat yang lebih banyak akan mencapai maksimum pada level penggunaan pupuk Potasium yang lebih tinggi.

Kolom-kolom pada tabel 5.1. menunjukkan fungsi produksi pupuk Fosfat dengan asumsi level penggunaan pupuk Potasium tetap pada setiap kolom. Respon yang sama terlihat sebagaimana fenomena produktivitas pupuk Potasium. Produktivitas pupuk Fosfat akan meningkat sebanding dengan penambahan jumlah pupuk Potasium pada setiap kolom.

Hubungan input-input lazimnya dibangun berdasarkan karakteristik biologis atau agronomis komoditas yang diusahakan oleh petani. Suatu tanaman tak dapat berproduksi optimal tanpa kecukupan asupan unsur hara. Hingga batas tertentu pupuk Fosfat dapat mensubstitusi pupuk Potasium. Dalam contoh di atas, terdapat sejumlah kombinasi berbeda aplikasi pupuk Fosfat dan Potasium yang menghasilkan level output yang sama. Namun seiring proses tumbuh kembang tanaman, diperlukan tambahan pupuk untuk mencapai tingkat produksi maksimal. Dalam ilmu ekonomi, konsep ini dikenal sebagai teori aturan minimum Von Liebig (*Law of the Minimum*) yang menyatakan bahwa pertumbuhan tanaman dibatasi oleh ketersediaan unsur hara.

Pada tabel 5.1. penggunaan pupuk Fosfat dan Potasium masing-masing sebesar 70 pound per acre menghasilkan lebih banyak jagung dibandingkan penggunaan kedua jenis pupuk tersebut masing-masing sebanyak 80 pound. Dengan kata lain, pada hubungan input-input juga berlaku hukum kenaikan hasil yang semakin berkurang (*The Law of Diminishing Returns*). Tabel 5.1. sendiri terdiri dari sembilan data fungsi produksi untuk pupuk Fosfat di bawah asumsi 9 level penggunaan pupuk Potasium.

Dalam konteks pertumbuhan tanaman secara biologis, terjadi efek sinergistik. Artinya, ketersediaan pupuk Fosfat menyebabkan produktivitas jagung meningkat, sementara penambahan pupuk Potasium menyebabkan semakin efektifnya penyerapan pupuk Fosfat. Aplikasi kedua jenis pupuk ini tentu saja akan menghasilkan tingkat produktivitas yang lebih tinggi daripada bila hanya digunakan satu jenis pupuk saja.

Efek semacam ini tak hanya terjadi pada produksi pertanian. Fenomena yang sama juga telah diamati pada penggunaan konsentrat dan pakan ternak terhadap produksi susu sapi. Seekor sapi yang diberi pakan tanpa konsentrat tidak mampu menghasilkan banyak susu. Demikian pula sebaliknya jika hanya diberi ransum berupa konsentrat tanpa pakan hijauan. Produksi susu tertinggi akan dicapai melalui asupan rasio pakan ternak dan konsentrat yang tepat.

Setiap alternatif rasio penggunaan input menunjukkan kombinasi dua input yang berbeda. Beberapa kombinasi ini lebih baik pengaruhnya terhadap produktivitas susu dibandingkan kombinasi lain. Rasio tertentu yang telah ditetapkan oleh petani akan sangat tergantung tak hanya pada jumlah susu yang akan diproduksi namun juga dipengaruhi oleh harga pakan ternak dan konsentrat. Konsep ini akan dikaji secara lebih mendalam pada bab VII.

Dari data yang disajikan pada tabel 5.1. dapat diketahui apa yang akan terjadi pada hasil panen jagung bila aplikasi pupuk Fosfat dan Potasium ditingkatkan secara proporsional. Misalkan satu unit pupuk terdiri dari 1 pound pupuk Fosfat dan 1 pound pupuk Potasium, dan proporsi ini tidak diubah, maka respon panen jagung atas perubahan proporsional aplikasi pupuk 1:1 dapat diketahui dari angka pada diagonal tabel 5.1. (diarsir) dan dituliskan ulang pada tabel 5.2. Sedangkan data untuk rasio pupuk 1:2 juga diperoleh dari tabel 5.1 dan dituliskan ulang pada tabel 5.3.

Tabel 5.2. Respon Panen Jagung dengan Proporsi Perubahan Pupuk Fosfat dan Potasium 1:1

Unit pupuk (1unit= 1 pound pupuk Fosfat dan 1 pound pupuk Potasium)	Hasil panen jagung (bu/acre)
0	96
10	101
20	106
30	114
40	121
50	127
60	130
70	136
80	134

Tabel 5.3. Respon Hasil Panen Jagung dengan Perubahan Proporsional Pupuk Fosfat dan Pupuk Potasium pada Rasio 1:2

Unit pupuk (1unit= 1 pound pupuk Fosfat dan 2 pound pupuk Potasium)	Hasil panen jagung (<i>bu/acre</i>)
10-20	103
20-40	109
30-60	120
40-80	129

Beberapa bab selanjutnya pada buku ini disusun untuk mempelajari prinsip-prinsip penetapan kombinasi input produksi yang memaksimalkan keuntungan bagi produsen.

5.2. Isokuan dan Daya Substitusi Marginal (*Marginal Rate of Substitution*)

Banyak alternatif kombinasi penggunaan pupuk Fosfat dan Potasium yang menghasilkan produksi jagung dalam jumlah sama besar. Pada tabel 5.1. hanya disajikan beberapa data diskrit, namun melalui penghitungan interpolasi dapat diperoleh lebih banyak alternatif kombinasi penggunaan dua input untuk menghasilkan produksi jagung yang sama. Misalkan untuk menghasilkan 121 *bu* jagung per acre (tabel 5.1.) dapat digunakan kombinasi 30 pound pupuk Fosfat dan 70 pound pupuk Potasium atau 80 pound pupuk Potasium dan 40 pound pupuk Fosfat atau masing-masing 40 pound pupuk Potasium dan pupuk Fosfat, atau 50 pound pupuk Fosfat dan 30 pound pupuk Potasium. Selain itu, ada banyak titik kombinasi yang juga menghasilkan 121 *bu* jagung per acre: 60 pound pupuk Fosfat dan lebih kurang 27 pound pupuk Potasium, 70 pound Fosfat dan kurang lebih 27 pound Potasium atau 80 pound Fosfat dan kira-kira 45 pound Potasium. Semua kombinasi dua macam input pupuk ini dapat menghasilkan produksi jagung yang sama.

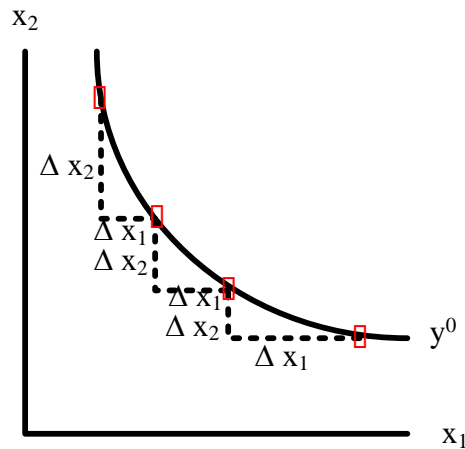
Sebuah garis yang menghubungkan semua titik pada tabel 5.1. dapat digambarkan. Garis ini disebut kurva isokuan. Kata iso diambil dari kosa kata Latin *isos* yang berarti sama. *Quant* secara harafiah menunjukkan jumlah. Jadi, isokuan dapat diartikan sebagai garis yang merepresentasikan jumlah produksi yang sama. Setiap titik pada kurva isokuan menunjukkan level output yang sama namun setiap titik tersebut mewakili kombinasi utilitasi dua jenis input yang berbeda. Pergerakan sepanjang kurva isokuan, menyebabkan proporsi kedua input berubah-ubah namun perubahan itu tidak menyebabkan berubahnya level output yang dihasilkan.

Isokuan dapat diturunkan untuk setiap level output yang dihasilkan. Dengan kata lain, jika isokuan untuk level output sebesar 121 *bu* per acre dapat digambarkan maka isokuan untuk level output sebesar 125.891 *bu* per acre juga dapat digambarkan dengan cara yang sama sepanjang data produksinya tersedia.

Apabila isokuan digambarkan pada selembar kertas grafik, umumnya kurva digambarkan dari titik pusat (origin: $0y,0x$) yaitu pada kuadran 1, kanan atas. Isokuan dicirikan oleh bentuknya yang konveks, melengkung ke arah origin.

Slope isokuan menunjukkan apa yang oleh para pakar ekonomi diistilahkan sebagai *marginal rate of substitution (MRS, daya substitusi marginal)*. Beberapa penulis menyebut MRS sebagai *MRTS (Marginal Rate of Technical Substitution)*. MRS merupakan konsep untuk mengukur bagaimana satu input mensubstitusikan input lain pada pergerakan sepanjang kurva isokuan. Misalkan aksis horisontal dinotasikan dengan x_1 dan aksis vertikal x_2 . Terminologi $MRS_{x_1x_2}$ menjelaskan slope isokuan dengan mengasumsikan input x_1 meningkat (*increasing*) dan x_2 menurun (*decreasing*). Dengan kata lain, pemakaian input x_2 dikurangi untuk menambahkan penggunaan input x_1 .

Pada gambar 5.1. diilustrasikan kurva isokuan yang menunjukkan *diminishing marginal rate of substitution* (daya substitusi marginal yang semakin menurun). Pergerakan ke arah kanan kurva isokuan setiap penambahan unit x_1 (Δx_1) digantikan dengan lebih sedikit x_2 (Δx_2). Hal inilah yang menyebabkan bentuk kurva isokuan konveks ke arah origin. Bentuk ini juga dihubungkan pada efek sinergistik dari kombinasi penggunaan input satu sama lain. Suatu input umumnya lebih produktif bila digunakan dalam kombinasi tertentu dengan input lain.



Gambar 5.1. Ilustrasi $MRS_{x_1x_2}$ yang Semakin Menurun

MRS juga merupakan ukuran invers slope isokuan. Semisal penggunaan x_2 meningkat sementara x_1 menurun, maka terminologi $MRS_{x_2x_1}$ adalah invers slope isokuan. Artinya pada invers slope isokuan, x_2 disubstitusikan oleh x_1 . Secara matematis $MRS_{x_2x_1} = 1/MRS_{x_1x_2}$. Dan karena slope isokuan sama dengan $\Delta x_1/\Delta x_2$ maka $MRS_{x_1x_2} = \Delta x_2/\Delta x_1$ (5.5.). Sedangkan $MRS_{x_2x_1} = \Delta x_1/\Delta x_2 = 1/MRS_{x_1x_2}$ (5.6.).

Isokuan umumnya berslope negatif, meskipun tidak selalu demikian. Jika produk marginal untuk kedua input positif maka isokuan berslope negatif. Akan tetapi tidak tertutup kemungkinan slope isokuan positif bila produk marginal salah satu input negatif.

Isokuan lazimnya juga dicirikan oleh bentuknya yang melengkung ke dalam, konveks ke origin, dan merepresentasikan *diminishing marginal rates of substitution*, tetapi selalu ada perkecualian. *Diminishing MRS* merupakan dampak langsung dari *diminishing marginal product* untuk setiap input. Untuk beberapa kasus (dijelaskan pada bab 10) adalah mungkin, MPP untuk kedua input meningkat sementara isokuan tetap konveks ke arah origin.

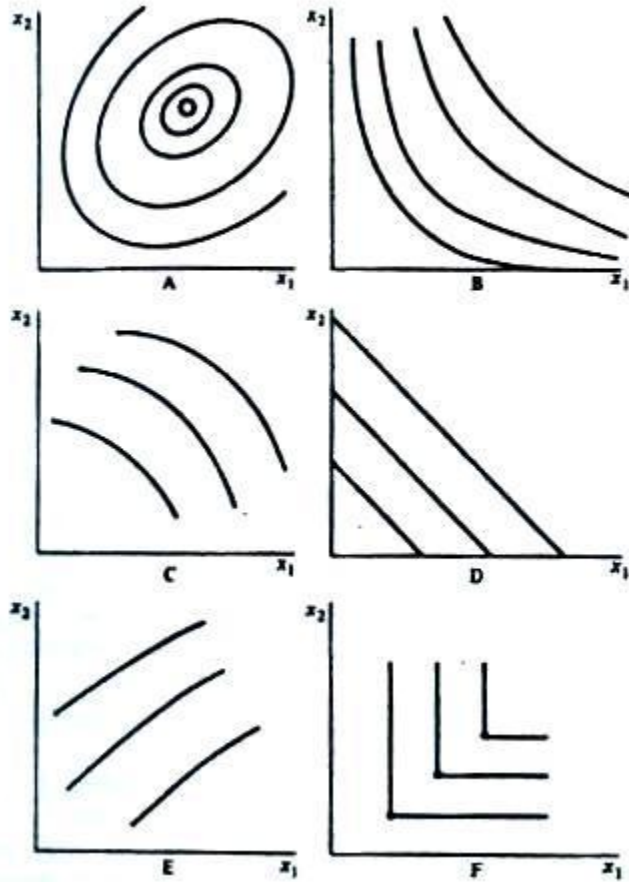
Gambar 5.2. mengilustrasikan beberapa bentuk peta isokuan. Diagram A mengilustrasikan isokuan dengan bentuk cincin berseri. Pusat cincin berseri tersebut, berhubungan dengan kombinasi input yang menghasilkan output maksimum. Pada tabel 5.1. kondisi ilustratif ini berhubungan dengan kombinasi input sebesar 70 pound pupuk Fosfat dan 70 pound pupuk Potasium untuk menghasilkan 136 bu jagung per acre. Pola isokuan semacam ini, diperoleh pada saat output dikurangi sebab penggunaannya sudah terlampaui banyak.

Diagram B mencontohkan bentuk peta isokuan lain, yang tidak seperti cincin namun asymptotik terhadap aksis x_1 dan x_2 . Isokuan tersebut menunjukkan ciri daya substitusi marginal yang semakin menurun. Isokuan ini sangat mirip dengan kurva biaya tetap rata-rata sebagaimana yang telah dipelajari pada bab 4. Posisi isokuan dapat lebih jauh atau lebih dekat pada kedua aksis tergantung dari produktivitas relatif kedua jenis input. Pada contoh ini, semakin banyak kedua input digunakan dalam kombinasi tertentu, akan semakin meningkat output yang diperoleh. Fungsi produksi yang mendasari penurunan kurva semacam ini tidak memiliki nilai maksimal.

Kemungkinan bentuk isokuan lain adalah melengkung menjauhi origin (diagram C). Pola ini menunjukkan *increasing MRS* antar input. Seiring penambahan penggunaan input x_1 dan pengurangan penggunaan input x_2 yang terjadi di sepanjang isokuan, semakin berkurang jumlah x_1 yang diperlukan untuk menggantikan input x_2 agar level output yang sama dapat dipertahankan. Bentuk isokuan ini secara implisit menginformasikan bahwa kombinasi penggunaan kedua input tidak bersifat sinergistik namun justru saling menurunkan produktivitas satu sama lain.

Selain bentuk isokuan A sampai C, isokuan juga sangat mungkin memiliki slope konstan. Bila hal itu terjadi maka isokuan akan tampak seperti pada diagram D, di mana satu unit input akan mensubstitusikan input lain dalam proporsi yang sama. Dengan kata lain, diagram D menunjukkan isokuan yang daya substitusi marginalnya konstan. Sebagai contoh, jika tiap unit input x_1 disubstitusikan oleh x_2 dengan proporsi tetap, misalnya 2 unit, maka kombinasi penggunaan input juga akan menghasilkan penambahan output secara proporsional $-4x_1, 0x_2$; $3x_1, 2x_2$; $2x_1, 4x_2$; $1x_1, 6x_2$; $0x_1, 8x_2$.

Isokuan berslope positif dapat diamati pada diagram F. Diagram ini terjadi bila dua input digunakan dalam proporsi tetap satu sama lain. Contoh umum yang sangat mudah diingat adalah penggunaan traktor dan operator dengan proporsi 1 unit traktor untuk 1 orang operator. Traktor tanpa operator atau operator tanpa traktor tidak dapat mengolah lahan.



Gambar 5.2. Beberapa Jenis Peta Isokuan

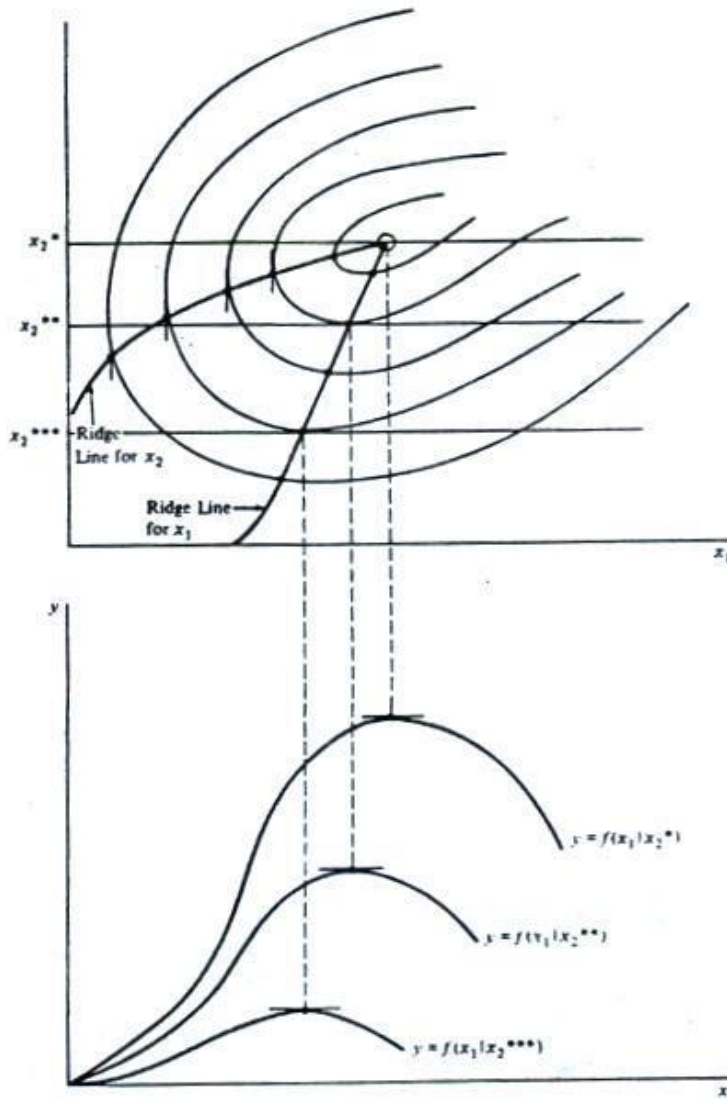
5.3. Isokuan dan *Ridge Lines*

Pada gambar 5.3. diilustrasikan hubungan antara dua himpunan fungsi produksi yang mendasari penurunan peta isokuan. Diasumsikan x_2 ditetapkan konstan pada level tertentu x_2^* . Sebuah garis horisontal digambarkan dari x_2^* memotong diagram. Fungsi produksi untuk x_1 dengan x_2 konstan (x_2^*) dapat digambarkan dengan memosisikan x_1 di aksis horisontal dan menghubungkan output yang diperoleh dari perpotongan antara garis yang digambarkan pada x_2^* pada setiap isokuan. Selanjutnya pilih level x_2 lain, misal x_2^{**} , kemudian ulangi cara menggambar sebagaimana di atas, dengan mengubah-ubah level x_2 . Selama tahapan menggambar kurva, level x_2 yang dipilih diasumsikan konstan.

Metode yang sama dapat diulang dengan menetapkan x_1 konstan dan menarik fungsi produksi untuk x_2 . Pada setiap perubahan x_1 akan diperoleh fungsi produksi untuk x_2 yang berbeda. Perpindahan dari satu fungsi produksi ke fungsi produksi x_2 lainnya menginformasikan perubahan kuantitas dan kualitas x_2 yang diproduksi. Hal ini

disebabkan adanya perbedaan karakteristik x_1 yang jumlah pemakaiannya dapat memberikan pengaruh positif atau negatif terhadap produktivitas input x_2 . Dengan kata lain, produktivitas marginal (MPP) dari x_2 tidak independen terhadap ketersediaan x_1 demikian pula sebaliknya.

Apabila level x_2 ditetapkan pada x_2^* merupakan tangen salah satu dari beberapa isokuan tersebut, titik tangensial antara garis yang digambarkan pada x_2^* dan isokuan akan menunjukkan output maksimum yang dapat diproduksi dari x_1 dengan x_2 konstan pada level x_2^* . Fungsi produksi yang diturunkan dengan mempertahankan level x_2^* konstan akan mencapai maksimum pada titik tangensial antara isokuan dengan garis horisontal yang digambarkan dari x_2^* . Titik tangensial di mana slope isokuan sama dengan pola tersebut, menandai batas antara tahapan produksi II dan III dalam fungsi produksi.



Gambar 5.3. Ridge Lines dan Himpunan Fungsi Produksi untuk Input x_1 .

$$y = f(x_1 | x_2 = x_2^*) \dots \dots \dots (5.7.)$$

Proses ini juga dapat diulangi dengan memilih alternatif nilai x_2 yang berbeda dan menggambarkan garis horisontal pada level x_2 tersebut. Setiap isokuan yang digambarkan akan merepresentasikan level output yang berbeda. Untuk setiap garis horisontal yang digambarkan memotong peta isokuan terdapat satu titik tangensial. Slope titik tangensial tersebut pada isokuan sama dengan nol. Titik tangensial ini juga menunjukkan fungsi produksi maksimum untuk pemakaian input x_1 dengan level pemakaian input x_2 tertentu. Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, setiap titik tangensial merupakan pembatas daerah produksi II dan III dari penggunaan input x_2

untuk x_1 konstan pada level x_1^* : $y = f(x_2 | x_1 = x_1^*) \dots \dots \dots (5.8.)$

Garis yang menghubungkan semua titik berslope nol pada peta isokuan disebut *ridge line*. Garis ini menandai batas antara tahapan produksi II dan III untuk input x_1 , di bawah asumsi pemakaian input x_2 yang berbeda. *Ridge line* kedua dapat digambarkan dengan menghubungkan semua titik dari slope infinit peta isokuan yang menandai batas antara tahapan produksi II dan III untuk input x_2 dengan level pemakaian input x_1 yang berbeda.

Garis kedua yang menghubungkan semua titik-titik dari slope infinit pada peta isokuan juga merupakan *ridge line* yang menandai batas antara daerah produksi II dan III untuk input x_2 dengan asumsi pemakaian level input x_1 yang berbeda. Kedua *ridge line* tersebut berpotongan pada satu titik output maksimum. Kurva neoklasik digambarkan dari peta isokuan yang terdiri dari himpunan cincin konsentrik. *Ridge line* umumnya diasumsikan memiliki slope positif.

Ridge line 1 menghubungkan titik-titik di mana $MRS = 0$. *Ridge line* 2 menghubungkan titik-titik di mana MRS infinit. Dengan demikian *ridge line* hanya dapat digambarkan untuk pola peta isokuan tertentu. Untuk menggambar sebuah *ridge line* slope isokuan diasumsikan nol dan infinit. Lihat kembali gambar 5.2. di mana *ridge line* hanya dapat digambarkan untuk isokuan pada diagram A. Pada diagram B sampai E tidak terdapat titik dengan slope nol atau infinit.

5.4. MRS dan Produk Marginal

Slope MRS dari isokuan dan produktivitas dua fungsi produksi yang digunakan untuk menurunkan peta isokuan berkaitan erat satu sama lain. Hubungan aljabar dapat diturunkan antara MRS dan produk marginal suatu fungsi produksi. Misalkan perubahan output Δy yang disebabkan oleh perubahan penggunaan input X_1 (Δx_1) dan X_2 (ΔX_2). Untuk menetapkan besarnya perubahan y , diperlukan dua informasi yaitu besarnya perubahan pemakaian input x_1 dan x_2 . Selain itu juga diperlukan informasi tentang bagaimana setiap input ditransformasikan menjadi output. Informasi yang dimaksud adalah produk marginal untuk kedua input (MPP_{x_1} dan MPP_{x_2}).

Perubahan output total dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\Delta y = MPP_{x_1} \Delta x_1 + MPP_{x_2} \Delta x_2 \dots \dots \dots (5.9)$$

Isokuan adalah garis yang menghubungkan titik-titik kombinasi input yang menghasilkan jumlah output sama. Dengan kata lain, output tidak berubah sepanjang garis isokuan. Jadi perubahan output digambarkan sebagai perpindahan dari isokuan satu ke isokuan lain. Sepanjang garis isokuan yang sama $\Delta y=0$, secara matematis hal ini dinyatakan sebagai berikut:

$$\Delta y = 0 = MPP_{x_1} \Delta x_1 + MPP_{x_2} \Delta x_2 \dots \dots \dots (5.10)$$

Persamaan (5.10) disusun ulang menjadi:

$$MPP_{x_1} \Delta x_1 + MPP_{x_2} \Delta x_2 = 0 \dots \dots \dots (5.11)$$

$$MPP_{x_2} \Delta x_2 = -MPP_{x_1} \Delta x_1 \dots \dots \dots (5.12)$$

Dengan membagi kedua sisi persamaan (5.12) dengan Δx_1 diperoleh:

$$MPP_{x_2} \Delta x_2 / \Delta x_1 = -MPP_{x_1} \dots \dots \dots (5.13)$$

Selanjutnya ruas kiri dan kanan persamaan (5.13) dibagi dengan MPP_{x_2} menghasilkan

$$\Delta x_2 / \Delta x_1 = -MPP_{x_1} / MPP_{x_2} \dots \dots \dots (5.14.) \text{ atau}$$

$$MRST_{x_1, x_2} = -MPP_{x_1} / MPP_{x_2} \dots \dots \dots (5.15.)$$

Daya substitusi marginal antara dua input sama dengan nilai negatif rasio produk marginalnya. Dengan demikian, slope isokuan pada sembarang titik sama dengan nilai negatif rasio produk marginal pada titik tersebut. Jika produk marginal untuk kedua input positif pada satu titik, slope isokuan akan bernilai negatif pada titik yang dimaksud.

$MRS_{x_2, x_1} = -MPP_{x_2} / MPP_{x_1} \dots \dots \dots (5.16)$ dengan x_1 sebagai input pengganti dan x_2 sebagai input yang digantikan. Invers slope isokuan sama dengan nilai negatif invers rasio produk marginal. Jadi invers slope isokuan sepenuhnya tergantung pada MPP setiap input yang digunakan.

Pada sub bab 5.3. *ridge line* didefinisikan sebagai garis yang menghubungkan titik-titik di mana slope peta isokuan sama dengan nol atau infinit. Misalkan *ridge line* pertama menghubungkan titik-titik berslope nol pada peta isokuan. Hal ini mengimplikasikan bahwa $MRS_{x_1, x_2} = 0$. Tetapi karena $MRS_{x_1, x_2} = -MPP_{x_1} / MPP_{x_2}$, maka satu-satunya cara agar $MRS_{x_1, x_2} = 0$ adalah MPP_{x_1} juga harus sama dengan nol. Dan apabila $MPP_{x_1} = 0$, $TPPx_1$ (dengan asumsi x_2 tetap yaitu sebesar x_2^*) memiliki nilai maksimum, sehingga fungsi produksi dari x_1 pada level x_2^* harus berada pada posisi maksimumnya.

Sedangkan bila *ridge line* MRS_{x_1, x_2} adalah infinit, maka $MRS_{x_1, x_2} = -MPP_{x_1} / MPP_{x_2}$ akan bernilai negatif dan MPP_{x_2} akan semakin mendekati nol. Pada saat $MPP_{x_2} = 0$, MRS_{x_1, x_2} menjadi tak terhingga, sebab angka berapapun bila dibagi nol hasilnya adalah ∞ . Amati bahwa pada saat $MPP_{x_2} = 0$ maka $MRS_{x_1, x_2} = 0$ sebab MPP_{x_2} terjadi di atas rasio tidak di bawah nilai rasio. *Ridge line* yang menghubungkan titik-titik pada isokuan yang berslope

infinite berpotongan dengan titik-titik berslope invers nol di mana invers slope ditetapkan sebagai $\Delta x_1 / \Delta x_2$.

5.5. Derivasi Parsial dan Total serta Daya Substitusi Marginal (*Marginal Rate of Substitution*)

Pada fungsi produksi $y=f(x_1,x_2)$(5.17) produk marginal x_1 (MPP_{x_1}) dapat diperoleh dengan mengasumsikan level penggunaan x_2 . Sebaliknya MPP_{x_2} juga tidak dapat diperoleh tanpa mengasumsikan level penggunaan input lainnya. MPP_{x_1} didefinisikan sebagai:

$$MPP_{x_1} = \partial f / \partial x_1 |_{x_2 = x_2^*} \dots\dots\dots(5.18)$$

Persamaan $\partial y / \partial x_1$ merupakan notasi derivasi parsial fungsi produksi $y=f(x_1,x_2)$ dengan mengasumsikan penggunaan x_2 tetap pada x_2^* . Persamaan serupa untuk x_2 dapat diturunkan berikut ini:

$$MPP_{x_2} = \partial f / \partial x_2 |_{x_1 = x_1^*} \dots\dots\dots(5.19)$$

Pada kedua persamaan di atas f menunjukkan output atau y.

Perbedaan antara dy/dx dengan $\partial y / \partial x_1$ mensyaratkan tidak adanya asumsi tentang jumlah x_2 yang digunakan sehingga dy/dx adalah derivasi total fungsi produksi terhadap x_1 tanpa asumsi tentang nilai x_2 . Persamaan $\partial y / \partial x_1$ adalah derivasi parsial fungsi produksi dengan x_2 konstan pada x_2^* . Contoh berikut ini diharapkan dapat memperjelas konsep di atas.

Misalkan fungsi produksi $y = x_1^{0.5} x_2^{-0.5}$ (5.20)

$$MPP_{x_1} = \partial y / \partial x_1 = 0,5x_1^{-0.5} x_2^{-0.5} \dots\dots\dots(5.21)$$

Karena diferensiasi terhadap x_1 dan x_2 diperlakukan konstan (tidak berubah) dalam proses diferensiasi tersebut maka $MPP_{x_2} = \partial y / \partial x_2 = 0,5x_2^{-0.5} x_1^{0.5}$ (5.22)

Perhatikan bahwa dalam contoh di atas, setiap produk marginal terdiri dari input yang berbeda. Oleh karena itu diperlukan asumsi jumlah input lain untuk menghitung MPP input yang bersangkutan.

Contoh 2: fungsi produksi $y = x_1^{0.5} + x_2^{0.5}$ (5.23). Dalam fungsi produksi (5.23) input berciri **aditif** dan **multiplikatif** (eksponensial). MPP untuk setiap input adalah sebagai berikut:

$$MPP_{x_1} = \partial y / \partial x_1 = 0,5x_1^{-0.5} \dots\dots\dots(5.24)$$

$$MPP_{x_2} = \partial y / \partial x_2 = 0,5x_2^{-0.5} \dots\dots\dots(5.25)$$

Untuk fungsi produksi tersebut MPP_{x_1} tidak memuat unsur x_2 , demikian pula sebaliknya. Oleh karena itu tidak diperlukan asumsi level penggunaan input lain untuk menghitung MPP masing-masing input. Persamaan ini merupakan contoh yang benar di mana:

$$\partial y / \partial x_1 = dy / dx_1 \dots \dots \dots (5.26)$$

$$\partial y / \partial x_2 = dy / dx_2 \dots \dots \dots (5.27)$$

Derivasi parsial dan total dari fungsi produksi di atas bernilai sama.

Pada contoh persamaan ketiga berikut ini ditunjukkan perubahan total output sebagai berikut:

$$\Delta y = MPPx_1 \Delta x_1 + MPPx_2 \Delta x_2 \dots \dots \dots (5.28)$$

Δ melambangkan perubahan finit MPP untuk x_1 dan x_2 . Bila Δx_1 dan Δx_2 semakin kecil maka perubahan x_1 dan x_2 , dikategorikan sebagai perubahan infinit sehingga persamaan (5.28) dapat diubah menjadi:

$$dy = MPPx_1 dx_1 + MPPx_2 dx_2 \dots \dots \dots (5.29)$$

$$dy = \partial y_1 / \partial x_1 dx_1 + \partial y / \partial x_2 dx_2 \dots \dots \dots (5.30)$$

Persamaan (5.30) merupakan diferensial total fungsi produksi $y=f(x_1, x_2)$. Karena di sepanjang isokuan tidak terjadi perubahan y maka $dy=0$. Diferensial total sama dengan nol. $MRS_{x_1 x_2}$ pada $x_1=x_1^*$ dan $x_2=x_2^*$ adalah:

$$MRS_{x_1 x_2} = dx_2 / dx_1 = -MPPx_1 / MPPx_2 = -(\partial y / \partial x_1) / (\partial y / \partial x_2) \dots \dots \dots (5.31)$$

$$MRS_{x_2 x_1} = dx_1 / dx_2 = -MPPx_2 / MPPx_1 = -(\partial y / \partial x_2) / (\partial y / \partial x_1) \dots \dots \dots (5.32)$$

Adapun perubahan total MPP untuk x_1 dapat dicari dengan membagi diferensial total fungsi produksi dengan dx_1 sebagaimana diformulasikan berikut ini:

$$\partial y / \partial x_1 = \partial y / \partial x_1 + (\partial y / \partial x_2) (dx_2 / dx_1) \dots \dots \dots (5.33)$$

Persamaan (5.33) adalah derivasi total fungsi produksi $y=f(x_1, x_2)$. Hal ini menunjukkan secara spesifik bahwa produktivitas x_1 tidak terlepas dari pengaruh x_2 yang digunakan.

Perubahan output total sebagai akibat dari perubahan penggunaan input x_1 dengan demikian merupakan gabungan dari dua pengaruh. *Dirrect effect*, pengaruh langsung yaitu $(\partial y / \partial x_1)$ adalah pengukuran dampak perubahan pemakaian x_1 pada level penggunaan x_2 pada output. *Indirect effect*, efek tidak langsung yaitu pengaruh perubahan penggunaan x_1 pada penggunaan x_2 (dx_2 / dx_1) yang pada gilirannya akan mempengaruhi y (melalui $\partial y / \partial x_2$).

Bentuk isokuan sangat dipengaruhi oleh fungsi produksi yang mendasarinya. Jadi bila fungsi produksi diketahui, sangat mungkin dapat ditetapkan bentuk isokuan, slope dan kelengkungannya pada titik tertentu. Daya substitusi marginal atau slope isokuan dalam hal ini sama dengan nilai negatif rasio produk marginal dari setiap input pada titik tertentu. Apabila produk marginal dari setiap input positif namun menurun, maka isokuan umumnya melengkung keluar atau cembung terhadap origin.

Kelengkungan (*curvature*) isokuan dapat ditetapkan dengan mendefereensialkan daya substitusi marginalnya terhadap x_1 . Jika tanda turunan positif, maka isokuan melengkung

ke arah dalam (sama dengan kondisi dimana produk marginal kedua input positif namun semakin menurun). Contoh dari kasus ini akan dikaji lebih mendalam pada bab 10.

Diagram B hingga D pada gambar 5.2. semuanya menunjukkan isokuan yang berslope negatif (*downward sloping*), sehingga dx_1/dx_2 bernilai negatif. Pada diagram B $d(dx_2/dx_1)$ positif, konsisten dengan daya substitusi marginal yang semakin menurun. Diagram C mengilustrasikan kasus di mana $d(dx_2/dx_1)$ negatif dan mengakibatkan isokuan cekung terhadap titik asal, sementara diagram D $d(dx_2/dx_1)$ bernilai nol, sehingga isokuan berslope konstan dan tidak mengikuti kaidah daya substitusi marginal yang semakin menurun.

Derivasi (dx_2/dx_1) pada diagram E positif dan pada diagram F tidak teridentifikasi. Isokuan pada diagram A memiliki slope positif dan negatif, tanda dx_2/dx_1 tergantung pada titik mana yang dievaluasi. Dengan demikian konsep isokuan dengan daya substitusi marginal dan konsep fungsi produksi dengan produk marginal untuk masing-masing input tidaklah terpisah dan saling berkaitan satu sama lain. Slope, kelengkungan kurva dan karakteristik isokuan lain bersifat unik, dan sangat dipengaruhi oleh produktivitas marginal setiap input dalam fungsi produksi.

5.6. Rangkuman dan Kesimpulan

Bab ini mengkaji hubungan fisik dan teknis produksi pertanian di mana dua input digunakan untuk menghasilkan satu jenis output. Isokuan adalah kurva yang menghubungkan titik-titik kombinasi dua input yang menghasilkan level output yang sama. Slope isokuan merepresentasikan daya substitusi marginal yang semakin menurun. Dengan kata lain pada saat isokuan menunjukkan level output konstan, jumlah x_1 yang dapat ditambahkan untuk menggantikan x_2 akan semakin kecil. Daya substitusi marginal antar dua input yang semakin menurun, terjadi bila fungsi produksi memiliki produk marginal yang positif namun semakin menurun. Kondisi ini terjadi pada daerah produksi II. Dengan demikian daya substitusi marginal berkaitan erat dengan konsep produk marginal input.

5.7. Latihan Soal

1. Hitunglah MRS_{x_1} dan MRS_{x_2} pada titik tengah. Kombinasi x_1 dan x_2 untuk memproduksi 100 bu jagung ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 5.4. Latihan Soal

<i>Kombinasi</i>	<i>Jumlah x_1</i>	<i>Jumlah x_2</i>	<i>$MRS_{x_1x_2}$</i>	<i>$MRS_{x_2x_1}$</i>
A	10	1		
B	5	2		
C	3	3		
D	2	4		
E	1,5	5		

2. Untuk fungsi produksi $y=3x_1 + 2x_2$ carilah:
 - a. MPP x_1
 - b. MPP x_2
 - c. Daya substitusi marginal antara x_1 dan x_2
3. Gambarkan isokuan untuk fungsi produksi pada kasus 1
4. Carilah nilai MPP x_1 , MPP x_2 , $MRS_{x_1x_2}$ dan $MRS_{x_2x_1}$ untuk fungsi produksi $y=ax_1+bx_2$ di mana a dan b adalah konstanta. Mungkinkah jenis fungsi produksi tertentu menghasilkan isokuan berslope positif? Jelaskan!
5. Misalkan fungsi produksi adalah $y=x_1^{0,5}x_2^{0,333}$. Carilah:
 - a. MPP x_1
 - b. MPP x_2
 - c. Daya substitusi marginal antara x_1 dan x_2
 - d. Gambarkan isokuan untuk fungsi produksi tersebut. Apakah isokuan lebih dekat ke aksis x_1 atau x_2 ? Jelaskan. Bagaimana produktivitas masing-masing input pada posisi isokuan tersebut?
6. Untuk fungsi produksi $y=2x_1^{0,5}x_2^{0,333}$, carilah:
 - a. MPP x_1
 - b. MPP x_2
 - c. Daya substitusi marginal antara x_1 dan x_2
 - d. Gambarkan isokuan untuk fungsi produksi tersebut. Apakah isokuan lebih dekat ke aksis x_1 atau x_2 ? Jelaskan. Bagaimana produktivitas masing-masing input pada posisi isokuan tersebut? Bandingkan temuan Anda dengan kasus pada soal nomor 5.

Rancangan Tugas

Tujuan Tugas :

Menjelaskan kembali definisi dan memahami konsep teoritis bahan kajian pada modul 5.

Uraian Tugas:

1. Obyek garapan:
 - a. Latihan soal pada modul 5
 - b. Simulasi presentasi kelompok dengan menggunakan alat bantu *flipchart*
2. Batasan tugas:
 - a. Tugas yang diberikan pada modul 5 adalah tugas individual (dikumpulkan dalam waktu satu minggu → jadwal menyesuaikan) dan tugas kelompok
 - b. Mahasiswa wajib mendiskusikan jawaban tugas dengan anggota kelompok yang lain
 - c. Mahasiswa diwajibkan menghimpun seluruh materi perkuliahan baik *print out* modul, hand out, catatan kuliah dan tugas-tugas yang diberikan selama satu semester dengan format kertas yang sama yaitu ukuran folio. Hal ini dimaksudkan untuk memudahkan penjiwaan di akhir semester.
 - d. Menghimpun informasi dalam urutan yang logik dan mengelola informasi agar dapat menjadi sumber pembelajaran yang baik adalah salah satu *learning skill* yang harus dimiliki oleh mahasiswa. Oleh karena itu seluruh materi belajar yang telah dihimpun akan dievaluasi oleh tim dosen sebagai indikator proses belajar Anda.
3. Metodologi dan acuan tugas:

- a. Baca modul, dan rujukan pustaka yang dianjurkan.
 - b. Agendakan kegiatan belajar kelompok dan konsultasikan jadwal kegiatan belajar kelompok kepada asisten.
 - c. Tugas individu ditulis tangan pada kertas folio bergaris dengan margin kiri dan kanan masing-masing 3 cm. Tuliskan nama, NIM dan nama kelompok pada sudut kanan atas. Berikan nomor halaman pada lembar kerja Anda di sudut kanan bawah. Jangan lupa menuliskan keterangan tugas yang Anda kerjakan dan pengerjaan harus berurutan dari tugas nomor 1,2 dan seterusnya.
 - d. Tugas individu dikumpulkan tiap minggu, pengaturan jadwal pengumpulan tugas diatur oleh asisten.
 - e. Dokumen portofolio materi pembelajaran (*print out modul, hand out* dan catatan) serta dokumen tugas dan latihan dilengkapi dengan *print out cover*, lembar evaluasi dan daftar isi.
4. Keluaran tugas:
- a. Masing-masing mahasiswa mengumpulkan satu dokumen tugas individu.
 - b. Laporan kegiatan kelompok yang ditulis pada buku kelompok
 - c. Mahasiswa melakukan presentasi kelompok dengan alat bantu *flip chart* yang sudah dibuat minggu lalu.

Kriteria Penilaian:

1. Kejelasan dan kelengkapan penguasaan konsep-konsep utama modul 4.
2. Kemampuan mengomunikasikan gagasan kreatif dan kerja sama tim → *assesment* dilakukan oleh asisten selama berlangsungnya proses diskusi dan praktikum dalam kelas

Tabel 5.5 Kriteria Penilaian Kemampuan Menulis Laporan

Kriteria	SKOR	INDIKATOR KINERJA
Sangat kurang	<20	Tidak ada ide yang jelas untuk menyelesaikan masalah (tugas dan latihan yang diberikan)
Kurang	21–40	Ada ide yang dikemukakan, namun kurang sesuai dengan permasalahan
Cukup	41– 60	Ide yang dikemukakan jelas dan sesuai, namun kurang inovatif
Baik	61- 80	Ide yang dikemukakan jelas, mampu menyelesaikan masalah, inovatif, cakupan tidak terlalu luas
Sangat Baik	>81	Ide, jelas, inovatif, dan mampu menyelesaikan masalah dengan cakupan luas

Tabel 5.6 Kriteria Penilaian Kerja Sama Kelompok oleh Sesama Anggota dan Asisten

Kriteria dan Dimensi Penilaian	Luar Biasa	Baik	Di bawah harapan
Kontribusi Pada Tugas	Sangat berkontribusi dalam hasil kerja tim.	Berkontribusi secara “adil” dalam hasil kerja tim.	Membuat beberapa kontribusi nyata dalam hasil kerja tim.
Kepemimpinan	Secara rutin melakukan kepemimpinan yang baik.	Menerima ”pembagian yang adil” dari tanggung jawab kepemimpinan.	Jarang atau tidak pernah berlatih tentang memimpin.
Kolaborasi	Menghargai pendapat orang lain dan berkontribusi besar dalam diskusi kelompok.	Menghargai pendapat orang lain dan berkontribusi dalam diskusi kelompok.	Tidak berkontribusi pada diskusi kelompok atau sering gagal berpartisipasi.