

I. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hidroponik

Hidroponik berasal dari Yunani, *Hydroponic* yang artinya *hydro* berarti air dan *ponous* berarti kerja. Sesuai arti tersebut, bertanam secara hidroponik merupakan teknologi bercocok tanam yang menggunakan air, nutrisi dan oksigen. Pada budidaya hidroponik, semua kebutuhan nutrisi diupayakan tersedia dalam jumlah yang tepat dan mudah diserap oleh tanaman. Nutrisi itu diberikan dalam bentuk larutan yang bahannya dapat berasal dari bahan organik maupun anorganik.

Pemberian nutrisi melalui permukaan media tanam atau akar tanaman.

Ketersediaan nutrisi dalam bentuk cair itulah yang dipakai sebagai awal berpijak penerapan budidaya tanaman hidroponik.

Menurut Setiawan (2010), bertanam secara hidroponik dapat dilakukan di rumah sebagai hobi maupun untuk dikomersialkan. Beberapa kelebihan bertanam dengan sistem hidroponik ini antara lain:

- a. Ramah lingkungan karena tidak menggunakan pestisida atau obat hama yang dapat merusak tanah.
- b. Tanaman tidak merusak tanah karena tidak menggunakan media tanah dan juga tidak membutuhkan tempat yang luas.
- c. Bisa memeriksa akar tanaman secara periodik untuk memastikan pertumbuhannya.

- d. Pemakaian air lebih efisien karena penyiraman air tidak perlu dilakukan setiap hari.
- e. Hasil tanaman bisa dimakan secara keseluruhan termasuk akar karena terbebas dari kotoran dan hama.
- f. Lebih hemat karena tidak perlu menyiramkan air setiap hari, tidak membutuhkan lahan yang banyak, media tanaman bisa dibuat secara bertingkat.
- g. Pertumbuhan tanaman lebih cepat dan kualitas hasil tanaman dapat terjaga.
- h. Tidak ada masalah hama dan penyakit tanaman yang disebabkan oleh bakteri, ulat dan cacing nematod yang banyak terdapat pada tanah.
- i. Dapat ditanam kapan saja karena tidak mengenal musim.

Keuntungan hidroponik menurut Lingga (1999) yang disimpulkan adalah sebagai berikut:

- Produksi tanaman lebih tinggi ketimbang menggunakan media tanam tanah biasa.
- Lebih terjamin kebebasan tanaman dari hama dan penyakit.
- Tanaman tumbuh lebih cepat dan pemakaian pupuk lebih hemat.
- Bila ada tanaman yang mati, bisa diganti dengan tanaman baru dengan mudah.
- Tanaman akan memberikan hasil yang kontinu.
- Metode kerja yang mudah distandarisasi, lebih memudahkan pekerjaan dan tidak membutuhkan tenaga kasar.
- Kualitas daun, buah atau bunga yang lebih sempurna dan tidak kotor.
- Beberapa jenis tanaman malah bisa ditanam di musim lainnya dan hal ini menyebabkan harganya mahal dipasaran.

- Tanaman dapat tumbuh di tempat yang semestinya tidak cocok bagi tanaman yang bersangkutan.
- Tidak ada resiko banjir, erosi, kekeringan ataupun ketergantungan lainnya terhadap kondisi alam setempat.
- Efisiensi kerja kebun hidroponik menyebabkan perawatannya tak banyak makan ongkos dan tak banyak memerlukan peralatan.
- Keterbatasan ruang dan tempat bukan halangan untuk berhidroponik. Bila perlu di dapur dan ruang tamu bisa digunakan untuk berhidroponik.

2.2 Tanaman Hidroponik

Batasan jenis tanaman yang dapat dihidroponikkan tidak jelas karena sampai sekarang jenis tanaman yang dapat dihidroponikkan selalu bertambah. Jenis tanaman yang telah banyak dihidroponikkan dari golongan tanaman hias antara lain *philodendron*, *dracaena*, *aglonema* dan *spathyphilum*. Jenis sayuran yang dapat dihidroponikkan antara lain paprika, tomat, mentimun, selada, sawi, kangkung dan bayam. Adapun jenis tanaman buah yang dapat dihidroponikkan antara lain melon, jambu air, kedondong Bangkok dan belimbing (Lingga, 2005).

2.3 Tanaman Kangkung

Kangkung termasuk suku *Convolvulaceae* (keluarga kangkung-kangkungan).

Kedudukan tanaman kangkung dalam sistematika tumbuh-tumbuhan diklasifikasikan ke dalam:

- a) Divisio : *Spermatophyta*
- b) Sub-divisio : *Angiospermae*
- c) Kelas : *Dicotyledonae*
- d) Famili : *Convolvulaceae*
- e) Genus : *Ipomoea*
- f) Species : *Ipomoea reptans*

Kangkung merupakan tanaman yang tumbuh cepat yang memberikan hasil dalam waktu 4-6 minggu sejak dari benih. Kangkung yang dikenal dengan nama latin *Ipomoea reptans* terdiri dari 2 (dua) varietas, yaitu Kangkung Darat yang disebut Kangkung Cina dan Kangkung Air yang tumbuh secara alami di sawah, rawa atau parit - parit. Perbedaan antara kangkung darat dan kangkung air terlihat dari warna bunga, bentuk daun dan batang. Warna daun kangkung air berbunga putih kemerah-merahan, sedangkan kangkung darat bunga putih bersih. Bentuk daun dan batang kangkung air berbatang dan berdaun lebih besar dari pada kangkung darat dan warna batang pun berbeda, kangkung air berbatang hijau, sedangkan kangkung darat putih kehijau-hijauan. Bagian tanaman kangkung yang paling penting adalah batang muda dan pucuk-pucuknya sebagai bahan sayur-mayur. Kangkung selain rasanya enak juga memiliki kandungan gizi cukup tinggi,

mengandung vitamin A, B dan vitamin C, serta bahan-bahan mineral terutama zat besi yang berguna bagi pertumbuhan badan dan kesehatan (Perdana, 2009).

2.4 Dasar NFT

Dalam berbudidaya secara hidroponik diketahui beberapa cara dan salah satunya adalah sistem NFT (*Nutrient Film Technique*). Terdapat dua teknik utama dalam cara bercocok tanam hidroponik, yaitu yang pertama menggunakan larutan dan yang kedua menggunakan media. Metode yang menggunakan larutan tidak membutuhkan media keras untuk pertumbuhan akar, hanya cukup dengan larutan mineral bernutrisi. Contoh cara dalam teknik larutan yang umum dipakai adalah teknik larutan statis dan teknik larutan alir.

Menurut Tim Karya Tani Mandiri (2010), *Nutrient Film Technique* (NFT) merupakan salah satu tipe spesial dalam hidroponik. Konsep dasar NFT adalah suatu metode budidaya tanaman dengan akar tanaman tumbuh pada lapisan nutrisi yang dangkal dan tersirkulasi sehingga tanaman dapat memperoleh cukup air, nutrisi dan oksigen.

Fitur yang menentukan NFT adalah aliran dangkal bernutrisi yang terus-menerus melewati pertumbuhan akar tanaman. Tanaman diletakkan pada saluran dasar datar dengan set pada lereng untuk membantu dalam aliran. Sebuah pompa memberikan nutrisi ke saluran dan setelah melewati akar, larutan nutrisi mengalir kembali ke reservoir pusat. Pada semua sistem yang paling sederhana, sensor digunakan untuk memantau dan mengendalikan konduktivitas listrik (ukuran konsentrasi nutrisi) dan pH secara otomatis. Sebagian besar ruang saluran diisi

oleh akar basah yang dikelilingi oleh banyak udara. Hal ini memberikan oksigenasi yang baik di zona akar. Keuntungan utama dari NFT dibanding metode hidroponik lainnya adalah keseimbangan yang baik pada pasokan nutrisi, penyediaan air, dan oksigenasi. Tiga parameter pada sistem NFT yang harus benar dan disesuaikan pada setiap instalasi untuk memastikan kinerja adalah lereng saluran, saluran panjang dan laju aliran. Apabila membuat sistem NFT sendiri, diperlukan lapisan yang dangkal berdasar datar bak dan pompa perendaman yang akan menyimpan air yang mengalir pada akar tanaman. Tanaman harus diletakkan secara berdekatan dengan media agar memungkinkan nutrisi untuk lebih mudah menempel pada akar. Pompa perendaman akan terus-menerus mensirkulasi air untuk kembali ke dalam sistem karena air secara terus-menerus bersirkulasi, maka kita perlu melakukan pengawasan tingkat nutrisi yang terkandung di dalam air.

Teknik NFT juga memiliki beberapa potensi kelemahan yang perlu segera ditangani, sebagai contoh nutrisi yang diperlukan bagi tanaman dapat menyebabkan kerusakan pada pompa perendaman. Jika pompa perendaman gagal atau jika ada kegagalan listrik, tanaman tidak akan mendapatkan nutrisi yang mereka butuhkan untuk bertahan hidup dan gangguan yang relatif pendek di pompa dapat mengakibatkan kegagalan total pada tanaman.

2.5 Prinsip Dasar Hidroponik NFT

Prinsip dasar hidroponik dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu hidroponik suptrat dan NFT. Menurut Lingga (1999) hidroponik subtrat tidak menggunakan air sebagai media, tetapi menggunakan media padat (bukan tanah) yang dapat menyerap atau menyediakan nutrisi, air dan oksigen serta mendukung akar tanaman seperti halnya fungsi tanah. Sedangkan NFT (*Nutrient Film Technique*) merupakan model budidaya dengan meletakkan akar tanaman pada lapisan air yang dangkal. Air tersebut tersirkulasi dan mengandung nutrisi sesuai kebutuhan tanaman. Perakaran bisa berkembang di dalam larutan nutrisi. Karena disekeliling perakaran terdapat selapis larutan nutrisi maka sistem ini dikenal dengan nama *Nutrient Film Technique*. Lingga (1999) selanjutnya mengatakan bahwa kelebihan air akan mengurangi jumlah oksigen maka lapisan nutrisi dalam sistem NFT dibuat sedemikian rupa, maksimal tinggi larutan 3 mm, sehingga kebutuhan air (nutrisi) dan oksigen dapat terpenuhi. Prinsip dasar dalam system NFT merupakan suatu keuntungan dalam pertanian konvensional. Artinya bahwa pada kondisi air berlebihan, jumlah oksigen di perakaran menjadi tidak memadai (berkurang). Namun, pada system NFT yang nutrisinya hanya selapis menyebabkan ketersediaan nutrisi dan oksigen pada akar selalu berlimpah. Menurut Lingga (2005), untuk membuat selapis nutrisi, dibutuhkan syarat-syarat sebagai berikut:

- Kemiringan talang tempat mengalirkan larutan nutrisi ke bawah harus benar-benar seragam.

- Kecepatan aliran yang masuk tidak boleh terlalu cepat, disesuaikan dengan kemiringan talang.

Menurut Untung (2003), prinsip dasar NFT ialah ketebalan air yang di gunakan dalam NFT hanya beberapa millimeter saja (biasanya 3 mm). Dengan demikian, banyak akar bertumpuk diatas aliran air dan rapat sehingga bila tanaman tumbuh subur, akarnya tebal mirip bantal putih. Ketebalan lapisan air tergantung kecepatan air yang masuk dan kemiringan talang. Kemiringan talang minimal 1%, sedangkan batasnya tidak ada. Untuk menentukan kecepatan masuknya larutan nutrisi ke talang perlu pengamatan rutin, yang penting, ketebalan lapisan nutrisi tidak lebih dari 3 mm.

2.6 Tanaman NFT

Tanaman yang tumbuh dengan cepat dan memiliki waktu singkat dari awal hingga panen serta memerlukan zona aerasi akar yang baik merupakan suatu hal yang mutlak untuk hidroponik NFT. Selama larutan nutrisi bebas dari kontaminasi, akar akan mampu berkembang dengan baik dan sehat. Sayuran daun pada produksi NFT mencakup hampir semuanya seperti selada, kemangi, kubis, dan lain-lain.

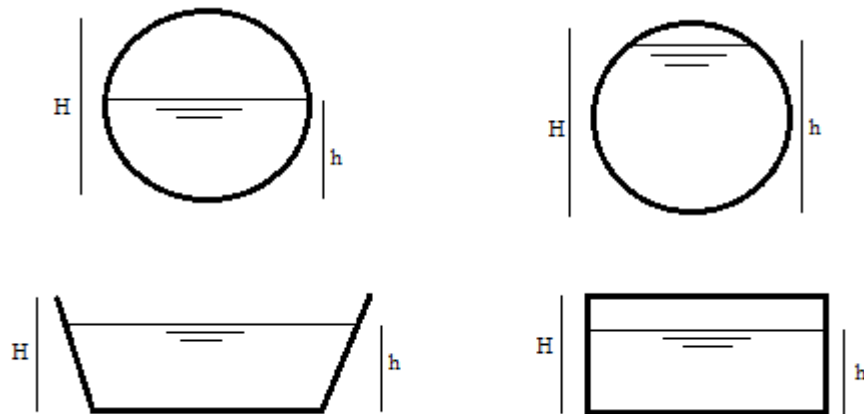
2.7 Nutrisi

Dalam sistem hidroponik pemberian nutrisi sangat penting karena dalam medianya tidak terkandung zat hara yang dibutuhkan tanaman. Berbeda dengan penanaman di tanah. Tanah sendiri telah mengandung zat hara sehingga

pemupukan hanya bersifat tambahan. Jadi, pemberian nutrisi untuk tanaman hidroponik harus sesuai dengan jumlah dan macamnya serta diberikan secara kontinu. Nutrisi yang diberikan ada beberapa macam yang dapat digolongkan menjadi 2 yaitu nutrisi yang mengandung unsur makro dan yang mengandung unsur mikro. Nutrisi yang mengandung unsur makro yaitu nutrisi yang dibutuhkan dalam jumlah banyak, seperti N, P, K, S, Ca dan Mg. Nutrisi yang mengandung unsur mikro merupakan nutrisi yang dibutuhkan dalam jumlah yang sedikit, seperti Mn, Cu, Mo, Zn dan Fe. Walaupun dalam jumlah sedikit, unsur mikro ini harus tetap ada (Prihmantoro dan Indriani, 1999).

2.8 Tipe Aliran

Aliran ditinjau dari mekanika menurut Anggrahini (1997), saluran terbuka merupakan salah satu dari macam aliran yang mempunyai perbedaan prinsip yaitu aliran saluran tertutup dan aliran saluran terbuka. Pada aliran saluran tertutup tidak terdapat permukaan bebas sehingga tidak terdapat pengaruh langsung dari tekanan atmosfer, pengaruh yang ada hanyalah tekanan hidraulik yang besarnya dapat lebih besar atau lebih kecil dari pada tekanan atmosfer. Sedangkan pada aliran saluran terbuka terdapat permukaan bebas yang berhubungan langsung dengan atmosfer dimana permukaan ini terdapat tekanan atmosfer. Dalam hal hubungannya dengan atmosfer perlu adanya pertimbangan bahwa kerapatan udara jauh lebih rendah dari pada kerapatan air. Aliran saluran tertutup adalah aliran penuh dalam saluran tertutup (aliran dalam tekanan), sedangkan aliran tidak penuh atau aliran yang mempunyai permukaan bebas walaupun dalam saluran tertutup dianggap aliran saluran terbuka.



Gambar 1. Saluran Terbuka dan Tertutup

Aliran saluran terbuka dapat digolongkan dalam banyak tipe dengan bermacam-macam kriteria. Salah satu dari kriteria yang utama adalah perubahan kedalaman aliran (h) terhadap waktu (t) dan terhadap tempat (s). Apabila waktu yang dipakai sebagai kriteria, maka aliran dapat dibedakan dalam:

- Aliran tetap (*steady flow*) yaitu aliran dimana kedalaman air (h) tidak berubah menurut waktu atau dapat dianggap tetap dalam suatu interval waktu, dengan demikian volume, kedalaman, kecepatan aliran juga tidak berubah menurut waktu, jadi $\partial Q/\partial t$, $\partial h/\partial t = 0$, $v\partial/\partial z$.
- Aliran tidak tetap (*unsteady flow*) yaitu apabila kedalaman air (h) berubah menurut waktu: $\partial h/\partial t \neq 0$, demikian pula kecepatannya berubah menurut waktu: $\partial u/\partial t \neq 0$. Perubahan debit terhadap jarak: $\partial Q/\partial x$. Perubahan debit yang melalui ruang dalam waktu dt : $(\partial Q/\partial x) dx dt$. Perubahan simpanan selama dt : $T dx (\partial y/\partial t) = dx (\partial A/\partial t) dt$.

Secara teoritis dapat dikatakan bahwa kecepatan aliran pada batas padat seharusnya sama dengan nol. Didalam saluran terbuka adanya permukaan bebas

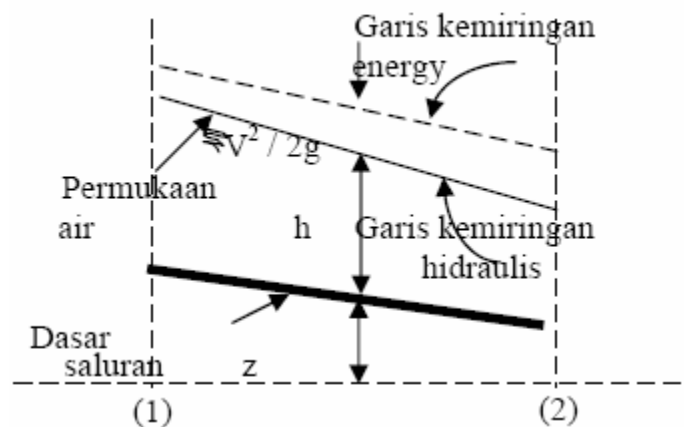
dan gesekan pada dinding sepanjang saluran terbuka menyebabkan pembagian kecepatan yang tidak seragam dalam penampang saluran. Kecepatan pada dinding atau pada dasar saluran sama dengan nol, sedang kecepatan maksimumnya tidak terjadi pada permukaan bebas, tetapi terjadi di bawah permukaan bebas sedalam 0,05 – 0,25 kali kedalaman alirannya. Makin dekat dengan dinding makin dalam terjadinya kecepatan maksimumnya.

Menurut Dake (1983), Suatu aliran yang besarnya tetap melalui pipa yang panjang dan penampangnya sama adalah merupakan aliran tetap dan seragam. Aliran cairan yang besarnya sama dan tetap melalui suatu pipa dengan penampang yang semakin membesar atau mengecil, memberikan suatu contoh aliran tetap tak seragam. Jika besarnya aliran bertambah atau berkurang dalam hubungannya dengan waktu pada suatu penampang tetap atau penampang yang berubah, hasilnya adalah suatu aliran tidak tetap, seragam dan suatu aliran tidak tetap, tidak seragam.

Aliran tetap atau tidak tetap dapat diuraikan sebagai seragam (*uniform*) dan tak seragam (*non-uniform*). Aliran dapat dikatakan seragam apabila vektor kecepatan rata-rata v sama (besar dan arahnya) pada setiap titik dan waktu. Dalam hal fluida nyata mengalir pada suatu pipa tertutup atau terbuka, dengan definisi aliran seragam dapat juga digunakan, walaupun vektor kecepatan pada lapisan batas selalu sama dengan nol (Dake, 1983).

2.9 Persamaan Aliran Terbuka

Oktaviana (2008) menjelaskan, suatu aliran dikatakan tergolong aliran saluran terbuka apabila tekanan dipermukaan air berada pada level yang sama dengan tekanan atmosfer. Secara sederhana, aliran di saluran terbuka diasumsikan bersifat paralel, memiliki distribusi kecepatan yang sama di setiap segmen di sepanjang aliran saluran, dan memiliki kemiringan dasar saluran yang kecil. Namun pada kenyataannya, ada faktor yang mempengaruhi aliran sehingga kondisi tersebut dapat berubah. Faktor-faktor yang dapat merubah kondisi aliran bergantung pada ruang dan Waktu. Berikut gambar yang menggambarkan kondisi aliran di suatu segmen di saluran terbuka.



Gambar 2. Kondisi Aliran di Saluran Terbuka

Berdasarkan gambar, titik awal segmen ditandai dengan titik 1, sementara titik 2 merupakan titik akhir segmen. Sepanjang bentang dengan panjang bentang L (m), maka dapat digambarkan *hydraulic grade line* yang merepresentasikan elevasi muka air, *piezometric height* yang merepresentasikan kedalaman air, dan *energy grade line* direpresentasikan sebagai energi.

Menurut Oktaviana (2008), pada umumnya persamaan aliran terbuka hanya digunakan pada aliran tetap dengan debit dinyatakan :

$$Q = A \cdot V \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

Q = debit (m³/s)

A = luas penampang melintang saluran (m²)

V = kecepatan rata-rata aliran (m/s)

Sementara itu, debit di sepanjang aliran dianggap seragam dengan kata lain aliran bersifat kontinyu, sehingga :

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2 \dots\dots\dots(2)$$

Oleh sebab itu perlu juga dilakukan perhitungan kecepatan aliran yang memperhatikan faktor gesekan. Persamaan Manning dapat digunakan untuk melakukan perhitungan. Koefisien Manning (n) memperhitungkan koefisien kekasaran saluran pada perhitungannya. Koefisien kekasaran merupakan pengerem dari aliran air.

Dimana :

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I_f^{1/2} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

V = Kecepatan aliran (m/s)

n = Koef. Kekasaran Manning → berdasarkan material saluran

R = Jari-jari hidrolis saluran (m)

i_f = Kemiringan aliran (%)

Berikut (Tabel 1) yang menunjukkan nilai koefisien Manning untuk beberapa material saluran.

Tabel 1. Nilai Koefisien Kekasaran (n) Manning

Material dasar	n (nilai koefisien)
Pecahan batu	0,035
Pecahan batu bata	0,025
Pasir	0,020
Kertas/Koran	0,011

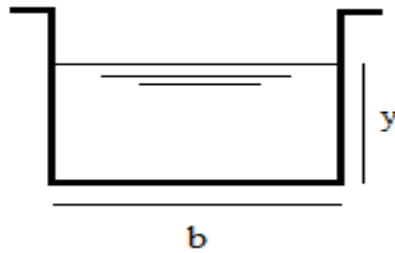
Sumber : E.V. Nensi Rosalina, 1992

2.10 Saluran Segi Empat

Saluran segi empat adalah suatu saluran trapesium $\theta = 0$ dan parameter lain dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{array}{l} A = b y \\ P = b + 2y \end{array} \quad \left| \quad R = \frac{A}{P} \right.$$

$$R = \frac{b y}{b + 2 y}$$



Gambar 3. Saluran Segi Empat

2.11 Faktor kekasaran (gesekan) terhadap aliran

Pembagian kecepatan di dalam saluran juga tergantung pada faktor-faktor seperti, penampang yang tidak beraturan, kekasaran dinding saluran dan belokan-belokan. Dalam suatu aliran lebar, deras dan dangkal atau dalam saluran yang sangat licin, kecepatan maksimum sering kali terjadi pada permukaan bebas. Ternyata kekasaran saluran akan menyebabkan lengkung dari diagram kecepatan penampang vertikal menjadi lebih melengkung.

Pengukuran kecepatan menunjukkan bahwa kecepatan maksimum terjadi di bawah permukaan aliran. Apabila saluran lebar sekali ($B \gg h$), kecepatan maksimum mungkin berada dipermukaan aliran. Kecepatan maksimum kurang lebih 10% - 30% lebih besar dari kecepatan rata-rata ($V = Q/A$) tergantung pada kekasaran dinding dan dasar saluran, serta bentuk dan ukuran dari penampang saluran (Anggrahini, 1997)

Dake (1983) menjelaskan bahwa untuk suatu panjang yang kecil sepanjang saluran ada kehilangan tinggi yang kecil yang disebabkan oleh gesekan pada dasar dan kedua sisi saluran. Kehilangan tinggi ini menunjukkan besarnya kerja yang dilakukan terhadap gaya gesekan oleh satuan berat fluida yang mengalir.

Penjelasan Bruce (2004), fluida didefinisikan sebagai zat yang berdeformasi (mengalir) terus-menerus selama dipengaruhi suatu tegangan geser. Untuk fluida yang mengencer akibat geseran (*shear thinning fluids*) viskositas nyatanya berkurang dengan meningkatnya laju geseran, maka fluida tersebut semakin encer (viskositasnya berkurang). Untuk fluida yang mengental akibat geseran (*shear thickening fluids*), viskositas nyatanya meningkat dengan peningkatan laju geseran-semakin kuat fluida mengalami geseran, maka semakin kental fluida tersebut (viskositasnya bertambah). Contoh yang umum dari jenis fluida ini antara lain adalah campuran air-tepung jagung (maizena) dan campuran air-pasir (“*quicksand*”). Jadi sulitnya memisahkan sebuah benda dari campuran air-pasir akan semakin meningkat tajam jika kecepatan pemisahan meningkat. Sehingga menurut Oktaviana (2008), aliran pada saluran terbuka dapat diklasifikasikan berdasarkan kekentalan fluida (viskositas) dan gaya gravitasi.