

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Morfologi dan Klarifikasi Tanaman Stroberi (*Fragaria* sp.)

Tanaman stroberi merupakan salah satu tanaman buah berupa herba yang ditemukan pertama kali di Chili, Amerika. Menurut Kurnia (2005), berdasarkan hasil identifikasi tumbuhan, tanaman stroberi dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Divisi : Spermatophyta
 Subdivisi : Angiospermae
 Kelas : Dicotyledomae
 Famili : Rosaceae
 Genus : *Fragaria*
 Species : *Fragaria* Sp.

Varietas stroberi yang dapat ditanam di Indonesia yaitu seperti varietas *Oso grande*, *Tenira*, *Shantung*, *Sweet charlie*, *Robunda*, *Tristar*, *Earlibrite*, *Nyoho*, *Elvira*, *Bogota*, *Michiko* dan *Hokowaze*. Para petani di daerah Lembang, Bandung, Jawa Barat menggunakan jenis tanaman stroberi varietas *Shantung*. Di Takengon Aceh Tengah varietas yang banyak gunakan dan ditanam oleh petani adalah jenis *Michiko*, *Tristar* dan *Earlibrite* (Kusumawati, 2012).

Masa hidup tanaman stroberi bisa mencapai dua tahun bahkan lebih. Tanaman stroberi bisa memproduksi buah pada usia HST empat hingga lima bulan. Setelah buah dipanen, tanaman stroberi akan berbuah kembali dan dapat dipanen lagi setelah lima belas hari awal muncul bunga stroberi dan sampai kulit stroberi

memerah dan siap dipanen kembali. Saat peralihan musim penghujan ke musim penghujan ke musim kemarau, tanaman stroberi akan mengalami penurunan hasil produksi sekitar kurang lebih sebesar 30 % (Santi, 2009).

2.2 Botani Tanaman Stroberi

Tanaman stroberi berakar tunggang (*radix primaria*), akar-akar primer tanaman stroberi dapat bertahan sampai satu tahun bahkan lebih, kemudian akan kering dan mati. Selanjutnya, akar tanaman stroberi akan digantikan oleh akar primer baru yang akan tumbuh pada ruas paling dekat dengan akar primer yang telah kering tersebut. Menurut Cahyono (2008), bahwa perakaran tanaman stroberi tumbuh sangat tebal membentuk seperti rumpun, dari rumpun akar tanaman stroberi dapat tumbuh tunas baru yang akan menjadi bakal tanaman baru.

2.2.1 Batang

Batang tanaman stroberi beruas-ruas pendek dan berkuku-kuku, dan banyak mengandung air di dalam batang tersebut. Serta ditutupi pelepah daun, sehingga seolah-olah seperti rumpun tanpa memiliki batang. Buku-buku batang stroberi yang tertutup oleh sisi daun mempunyai kuncup (*gemma*). Kuncup ketiak dapat tumbuh menjadi anakan dan munculnya stolon. Stolon biasanya tumbuh memanjang dan menghasilkan beberapa calon tanaman baru (Wijoyo, 2008).

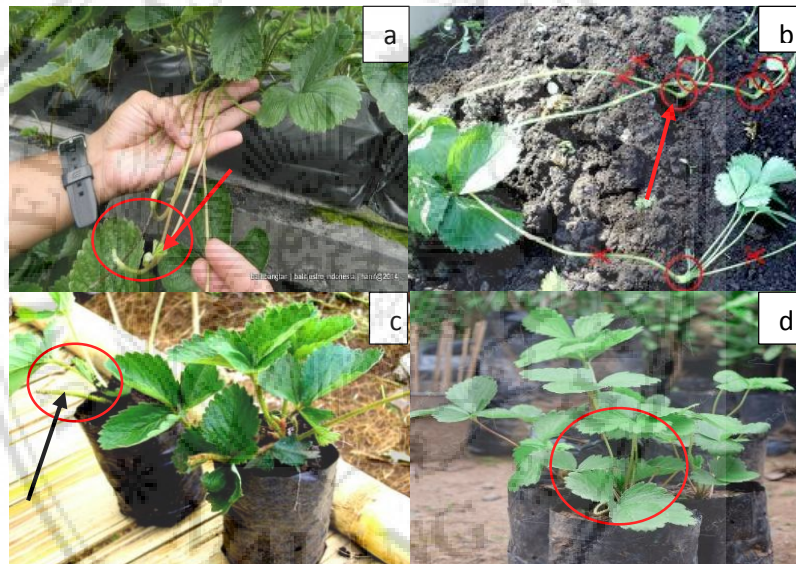
2.2.2 Akar

Struktur akar pada tanaman stroberi terdiri atas seperti pangkal akar (*collum*), batang akar (*corpus*), ujung akar (*apeks*), buku akar (*pilus radicalui*), dan tudung akar (*calyptras*). Tanaman stroberi berakar tunggang atau (*radix primaria*), akar terus tumbuh memanjang dan berukuran besar seperti rumpun. Panjang akar

tanaman stroberi mencapai 100 cm, namun akar tersebut hanya menembus lapisan tanah atas sedalam 15 – 45 cm tergantung jenis dan kesuburan tanahnya.

2.2.3 Stolon

Stolon yang muncul pada tanaman stroberi adalah cabang kecil yang tumbuh mendatar atau menjalar di atas permukaan tanah. Penampakan stolon secara visual mirip dengan sulur. Tunas dan akar stolon tumbuh membentuk generasi tanaman baru bagi tanaman stroberi. Stolon yang tumbuh menjadi anakan segera bisa dipotong atau dipisahkan dari tanaman induk sebagai bahan tanaman (bibit). Bibit yang berasal dari stolon disebut gragih atau runners (Cahyono, 2008).



Gambar 1. (a) Stolon yang masih menempel pada tanaman induk. (b) Memotong stolon dari stolon sekunder, primer dan tersier. (c) Memotong stolon dari induk tanaman. (d) Hasil bibit stolon yang sudah bersih. (Hanif, 2012).

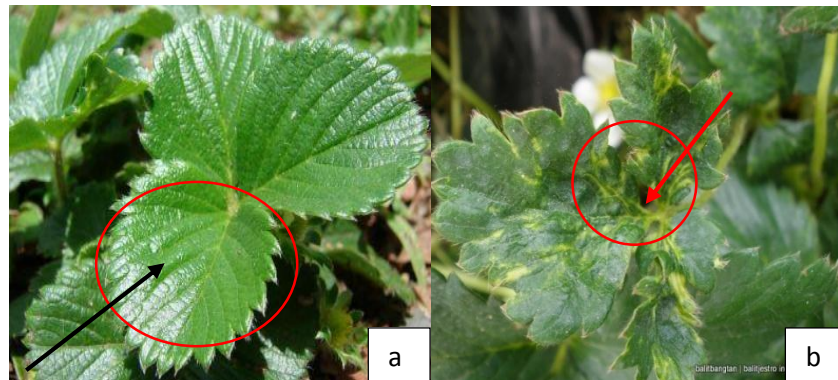
Bila menyentuh tanah, ruas sulur tersebut akan muncul akar serabut dan tumbuh menjadi tanaman baru. Tanaman induk stroberi yang dipilih sebaiknya berumur 3 bulan dengan ciri-ciri sehat dan produktif untuk menghasilkan anakan yang baik pula. Pada umur tersebut, tanaman stroberi sudah bisa menghasilkan stolon.

Stolon tersebut diambil dari tanaman stroberi dengan cara pilih stolon pada bagian pertama dan kedua (stolon sekunder dan stolon primer), kemudian stolon dipotong menggunakan gunting pangkas dan dikumpulkan di tempat pembibitan untuk proses penanaman, kemudian potong sedikit bagian daun atas yang bertujuan untuk mengurangi terjadinya penguapan tanaman saat keadaan suhu tinggi.

2.2.4 Daun

Daun tanaman stroberi merupakan daun majemuk. Setiap daun mempunyai 3 helai anak daun yang tersusun menjari. Bentuk helaian anak daun bulat panjang (lonjong) hingga sedikit agak bulat dan daun melekok ke dalam bagian ujung daun agak runcing. Bagian tepi daun bergerigi, permukaan daun bergelombang dan berbulu. Daun berukuran besar dan memiliki tulang-tulang yang menyirip. Kedudukan daun tegak dengan tangkai daun panjang. Daun dan tangkai daun berwarna hijau tua.

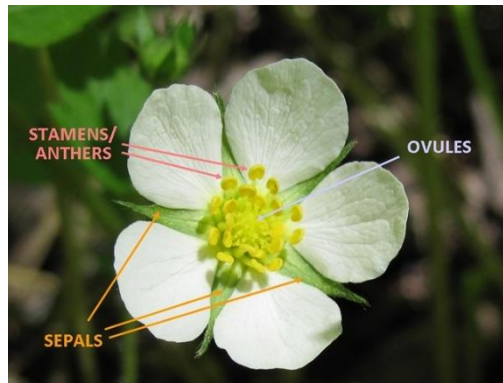
Tangkai daun berbentuk bulat dan seluruh permukaannya berbulu halus. Helai daun tersusun tiga (trifoliate). Daun dapat bertahan hidup selama 1 – 3 bulan, kemudian daun akan kering dan mati (Gayo, 2009).



Gambar 2. (a) Daun stroberi yang sehat, (b) daun stroberi menunjukkan gejala yang menyerupai gejala serangan virus, yaitu daun menjadi kriting dan warnanya tidak merata seperti mengalami mozaik (Tim Plasmanutfah Stroberi BALITJESTRO. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2014).

2.2.5 Bunga

Bunga pada tanaman stroberi tersusun atau terangkai dalam tandan dan malai atau (panucila) yang berukuran panjang dan akan tumbuh pada ujung tanaman. Setiap malai bunga akan bercabang, tanaman stroberi memiliki empat macam bunga dan masing-masing bunga bertangkai. Empat macam bunga tersebut, yaitu seperti satu bunga primer terdapat di ujung dan bakal buah akan sangat besar dari bunga yang lainnya. Dua bunga sekunder yang berada di bawah bunga primer dan bunga sekunder bentuk besarnya dibawah rata-rata buah primer. Empat bunga tersier yang terletak di bawah bunga sekunder dan delapan bunga kuartener yang terletak di bawah bunga tersier dan bunga tersier dan kuartener bentuknya kecil tidak seperti buah primer dan sekunder (Cahyono, 2008).



Gambar 3. Bunga stroberi termasuk bunga majemuk memiliki dua kelamin yaitu kelamin jantan dan kelamin betina.

Bunga stroberi berbentuk seperti klaster (tandan) dari beberapa tangkai bunga stroberi. Biasanya bunga stroberi mekar tidak bersamaan, bunga yang terbuka awal biasanya lebih besar ukurannya. Bunga warna putih, berdiameter 2,5 cm – 3,5 cm terdiri dari 5 – 10 kelopak bunga berwarna hijau, 5 mahkota bunga, sejumlah tangkai putik dan 2 – 3 lusin benang sari. Benang sari tumbuh pada 3 lingkaran kedudukan. Jika benang sari berisi tepung sari fertile, benang sari tersebut berwarna kuning keemasan. Sementara itu, cairan nektar yang dihasilkan di daerah tangkai buah pada bagian dasar benang sari atau disebelah luar bunga betina pada bunga stroberi (Yudi, 2007).

2.2.6 Buah

Buah tanaman stroberi umumnya berbentuk kerucut dan sedikit bulat. Buah yang nampak secara visual disebut buah semu. Karena buah berasal dari dasar bunga (*receptaculum*) yang berubah bentuk menjadi gumpalan daging buah. Buah muda berwarna hijau, namun setelah tua (matang) buah stroberi berubah menjadi warna merah atau kuning kemerah-merahan dan mengilap. Buah stroberi berwarna merah. Buah yang biasanya dikenal adalah buah semu yang sebenarnya merupakan receptacle yang membesar. Buah sejati yang berasal dari ovul yang diserbuki dan

berkembang menjadi buah kering dengan biji keras. Struktur buah keras ini disebut achene yang terbentuk ditentukan oleh jumlah pistil terbanyak yaitu lebih dari 400 buah, jumlah pistil ini pada bunga sekunder antara 200 – 300 buah, sedangkan pada bunga tersier 50 – 150 buah (Prihartman, 2006).



Gambar 4. Buah stroberi yang mulai masak fisiologis dengan ciri-ciri berwarna merah (Hanif, 2012).

Berdasarkan ukuran buah, warna dan kematangan buah, menurut Ariyanto dan Adhi, 2009 buah stroberi dibagi atas 3 kelas:

1. Kelas Ekstra

- Buah berukuran 20 – 30 mm atau tergantung spesies;
- Warna merah dan kematangan buah berseragam.

2. Kelas I

- Buah berukuran 15 – 25 mm atau tergantung spesies;
- Bentuk dan warna buah bervariasi.

3. Kelas II

- Tidak ada batasan ukuran buah;
- Sisa seleksi kelas ekstra dan kelas I yang masih dalam keadaan baik.

Berdasarkan bobot buah, stroberi diklasifikasikan mejadi 4 kelas yaitu:

- Kelas AA: > 20 gram/buah
- Kelas A: 11 – 20 gram/buah
- Kelas B: 7 – 12 gram/buah
- Kelas C: 7 – 8 gram/buah

2.2.7 Daging Buah

Daging buah bertekstur lembut sampai kasar, ada yang berwarna putih dan berwarna merah, rasa ada yang kurang manis, manis agak asam, manis dan hambar, tergantung dengan varietasnya. Demikian pula, ukuran buah juga beragam, ada yang besar, agak besar dan kecil, tergantung dari varietasnya. Buah stroberi berwarna merah menyala dengan penampilan yang sangat menarik (Cahyono, 2008).

2.3 Syarat Tumbuh Tanaman Stroberi

Lingkungan tanaman stroberi membutuhkan temperatur rendah, pembudidayaan di Indonesia harus dilakukan didaratan tinggi. Lembang dan Cianjur (Jawa Barat) adalah daerah sentra pertanian membudidayakan stroberi. Hingga dapat dikatakan bahwa untuk saat ini, kedua wilayah tersebut adalah sentra penanaman stroberi (BAPPENAS, 2000).

2.3.1 Iklim

Stroberi adalah tanaman subtropik yang dapat beradaptasi dengan baik di daratan tinggi tropis yaitu pada ketinggian 1000-1500 mdpl. Dapat juga tumbuh di ketinggian yang lebih rendah asal iklimnya dingin. Daerah yang dingin dengan suhu diantara 18⁰-24⁰C dan iklim kering yang tidak terlalu lama merupakan daerah yang cocok untuk stroberi. Pertumbuhan stroberi akan baik karena tidak mengalami

stress akibat tingginya suhu dan tingginya laju transpirasi atau hilangnya air dari jaringan tanaman, selain itu, tanaman ini juga membutuhkan curah hujan yang tinggi terutama pada fase vegetatif yaitu 600-700 mm/tahun.

2.3.2 Sinar Matahari

Tanaman stroberi adalah tanaman yang menyukai sinar matahari penuh. Respon tanaman stroberi terhadap sinar matahari tergantung pada karakter genetik kultivarnya. Kultivar-kultivar tanaman stroberi terdiri dari tanaman berhari pendek. Pada kultivar hari pendek, jika tanaman menerima sinar matahari kurang dari 12 jam, tanaman akan mengalami rangsangan pembungaan dan kemudian berbunga. Jika menerima sinar matahari lebih dari 12 jam, tanaman akan memasuki fase vegetatif, sehingga tanaman tidak akan berbunga dan akan memperbanyak diri dengan stolon. Hal ini dapat dimanfaatkan untuk memperbanyak tanaman. Sedangkan tanaman hari netral tidak akan terpengaruh panjang hari. Hanya, fase pertumbuhan vegetatif dan generative ditentukan oleh perubahan suhu. Suhu yang cukup dingin di malam hari dibutuhkan untuk memicu proses insiasi bunga, sedangkan di siang hari tanaman stroberi, membutuhkan cukup cahaya matahari untuk proses fotosintesis dan pematangan buah (Gusyana, 2009).

2.3.3 Ketinggian Tempat

Tinggi tempat dari permukaan laut menentukan suhu udara dan intensitas yang diterima oleh tanaman. Semakin tinggi suatu tempat, semakin rendah suhu ditempat tersebut. Demikian juga intensitas matahari semakin berkurang. Suhu dan penyinaran inilah yang nantinya akan digunakan untuk menggolongkan tanaman apa yang sesuai dengan dataran tinggi atau dataran rendah (Guslim, 2007).

Ketinggian tempat dari permukaan laut juga sangat menentukan pembungaan tanaman. Tanaman berbuah yang ditanam di dataran rendah berbunga lebih awal dibandingkan dengan yang ditanam di dataran tinggi. Faktor lingkungan mempengaruhi proses-proses fisiologi akan dipengaruhi oleh suhu dan beberapa proses akan tergantung dari cahaya. Suhu optimum diperlukan tanaman agar dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya. Suhu yang terlalu tinggi akan menghambat pertumbuhan tanaman bahkan akan dapat mengakibatkan kematian bagi tanaman, demikian juga sebaliknya suhu yang terlalu rendah. Sedangkan cahaya merupakan sumber bagi tanaman (Gusyana, 2009). Kondisi lingkungan tempat tanaman dapat mempengaruhi rasa dan aroma buah stroberi. Walaupun hal ini dipengaruhi oleh sifat genetik tanaman. (Yudi, 2007).

2.3.4 Tanah dan Media Tanam

Tempat yang cocok untuk bertanam stroberi adalah lahan berpasir yang mengandung tanah liat, subur dan gembur, serta mengandung banyak bahan organik, tata air dan udara yang baik. Derajat keasamaan tanah (pH tanah) yang ideal untuk budidaya stroberi adalah sekitar 5.4-7.0 dengan ketinggian tempat sekitar 1.000-1.300 mdpl (BAPPENAS, 2000). Sedangkan untuk budidaya di pot adalah 6.5-7.0. Jika ditanam di kebun maka kedalaman air tanah yang disyaratkan adalah 50-100 cm dari permukaan tanah. Jika ditanam di dalam pot, media harus memiliki sifat foros, mudah merembeskan air dan unsur hara yang selalu ada.

Menurut penjelasan Sutopo (2016), stroberi menghendaki tanah yang gembur dengan porositas dan drainase yang baik. Karena itu, tanaman stroberi sangat cocok pada tanah yang kaya bahan organik dan mengandung sedikit pasir. Derajat kemasaman tanah atau pH yang sangat ideal adalah 5,6 – 6,5.

2.4 Budidaya Tanaman Stroberi

2.4.1 Pembibitan

Stroberi diperbanyak dengan biji dan bibit vegetatif (anakan stolon atau akar sulur). Namun untuk tanaman hibrida tidak layak diperbanyak karena kualitas dan kuantitas hasilnya tidak sebaik tanaman induk. Stolon sebenarnya tunas yang tumbuh dari bonggol batang yang menjalar hingga mencapai 30 cm. Pada satu stolon biasanya muncul 4-5 anakan. Namun, yang baik digunakan untuk bibit adalah stolon pertama dan kedua dari induknya. Stolon berikutnya tidak baik karena sifatnya sudah tidak sama lagi dengan induknya (Budiman, 2006).

Bibit tanaman yang akan digunakan dapat diperoleh dari perbanyakan secara generatif maupun vegetatif. Namun yang paling sering digunakan adalah bibit yang berasal dari perbanyakan secara vegetatif, karena bibit yang berasal dari perbanyakan secara generative memerlukan waktu persemaian yang cukup lama sekitar 5-6 bulan dan belum tentu memiliki sifat seperti yang diinginkan. Bahan tanaman yang akan digunakan sebaiknya yang telah memiliki daun 4-5 helai serta mempunyai akar kuat.

Tanaman induk yang dipilih harus berumur 1-2 tahun, sehat dan produktif.

Penyiapan bibit anakan dan stolon adalah sebagai berikut:

a. Bibit Anakan

Rumpun dibongkar dengan cangkul, tanaman induk dibagi menjadi beberapa bagian yang sedikitnya mengandung 1 anakan. Setiap anakan ditanam dalam polibag 18 x 15 cm berisi campuran tanah, pasir dan pupuk kandang halus (1:1:1), simpan di bedeng persemaian beratap plastik. Satu bulan berikutnya bibit siap di pindahkan (Sutopo, 2016).

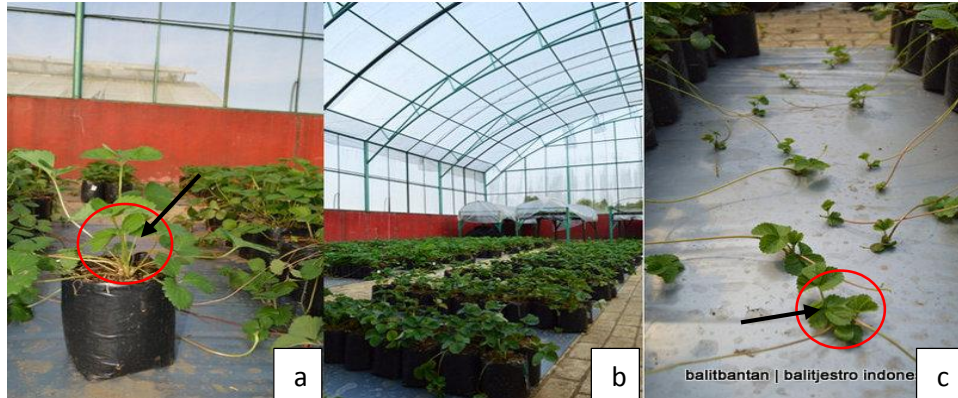


Gambar 5. Anakan tanaman stroberi di ambil dan dipisahkan dari indukan. Dengan tanaman yang sehat (Hanif, 2012).

b. Bibit Stolon

Rumpun yang dipilih telah memiliki akar sulur pertama dan kedua. Kedua akar sulur ini dipotong. Bibit ditanam di dalam atau polibag 18 x 15 cm berisi campuran tanah, pasir dan pupuk kandang (1:1:1). Setelah tingginya 10 cm dan berdaun rimbun, bibit siap dipindahkan ke kebun.

Menurut Hanif (2015), stolon ditanam dalam polybag atau plastic hingga daun mencapai 3 lembar dan penampakan segar dari tanaman stroberi (kurang lebih 1 bulan), setelah itu anakan stolon dipotong dan siap ditanam. Perbanyak vegetatif lebih baik melalui stolon daripada dari anakan. Stolon mampu menghasilkan klon sama dengan tanaman induk, sehingga memungkinkan tanaman untuk tumbuh di tanah dengan mudah.



Gambar 6. a) indukan tanaman stroberi, (b) tampak tanaman stroberi yang tersusun, (c) bibit tanaman stroberi diambil dari stolon kemudian dipindah ke dalam polibag (Hanif, 2012).

2.5 Pemeliharaan Tanaman Stroberi

a. Penyulaman

Penyulaman dilakukan tanaman berumur 15 hari setelah tanam, tanaman yang disulam adalah yang mati atau tumbuh abnormal.

b. Penyiangan

Tanaman stroberi umumnya tidak tahan bersaing dengan gulma, gulma bisa mengganggu pertumbuhan dan kesehatan tanaman. Penyiangan tanaman stroberi harus hati-hati agar tidak terlalu banyak mematahkan perakaran, sebab akar yang terluka terinfeksi oleh penyakit. Kegiatan ini harus dilakukan sesering mungkin agar tanaman dapat terhindar dari tanaman pengganggu. Menurut Sutopo, (2016) perakaran tanaman stroberi relatif dangkal sehingga adanya gulma menyebabkan persaingan nutrisi antara tanaman stroberi dan gulma dalam tanah. Karena itu, gulma harus selalu di bersihkan di sekitaran tanaman stroberi secara mekanis atau manual.

c. Perempelan/Pemangkasan

Pemangkasan dilakukan terhadap tanaman yang daunnya terlalu rimbun atau terkena penyakit. Pemangkasan daun dilakukan agar tanaman efisien dalam melakukan suatu fotosintesis dan menghindari terjadi dehidrasi akibat laju transpirasi. Pemangkasan juga memudahkan dan pengamatan terhadap keadaan tanaman secara keseluruhan serta meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil panen. Pemangkasan dilakukan secara teratur terutama melakukan dalam membuang daun-daun yang sudah atau busuk (Aswita, 2007).

Pemangkasan daun yang terserang penyakit, daun yang sudah tua atau kering dan daun yang terlalu rimbun agar tanaman sinar matahari masuk ke sela-sela tanaman yang efisien untuk melakukan fotosintesis dan penyakit yang menular sehingga produksi dan mutu buahnya bagus. Pemangkasan daun yang tua juga akan mendorong untuk tumbuhnya daun muda (Sutopo, 2016).

d. Pemupukan

Jenis komposisi yang digunakan tergantung pada fase pertumbuhan tanaman. Pada fase benih saat mengutamakan pertumbuhan vegetatif, pupuk NPK bisa digunakan dengan kadar N lebih tinggi dari P dan K, seperti NPK 32-10-10. Pada fase pertengahan menggunakan pupuk dengan kadar NPK yang seimbang 20-20-20 atau NPK 10-10-10. Pada fase generatif yakni pada saat pembentukan buah sedang pesat sangat dianjurkan pupuk NPK dengan kadar N dan K 1:2 atau 1:3. Contoh pupuk yang digunakan pada fase generatif adalah KNO₃ atau NPK 10-10-20 (Zainuri, 2015).

Sutopo (2016), mengemukakan pendapatnya bahwa pemupukan tanaman stroberi dalam bentuk larutan sudah diberi air, karena hasilnya lebih baik dan penggunaan pupuk lebih efisien dari pemberian pupuk dengan bentuk butiran atau padatan. Adapun cara pemberian dalam bentuk larutan:

1. Fase pertumbuhan vegetatif

Dua minggu sesudah penanaman dan menjelang umur 2 bulan. Buat lah larutan pupuk yang digunakan sebanyak 2 kg NPK yang kandungan N lebih tinggi (32-10-10)/1 liter. Lalu siram larutan sebanyak 100-159 ml larutan dalam satu tanaman di sekitar akar tanaman setiap 2 – 4 minggu sekali (tergantung pada kesuburan tanaman stroberi).

2. Fase pembungaan

Buat larutan pupuk yang digunakan sebanyak 4 kg NPK yang kandungan unsurnya seimbang (16-16-16)/200 liter air. Lalu larutan tersebut di siramkan sebanyak 150 – 200 ml larutan/tanaman di sekitar akar tanaman setiap 2-4 minggu sekali.

3. Fase pembesaran dan pematangan buah.

Lakukan penyemprotan dengan pupuk yang mengandung kalium tinggi (KNO_3) untuk memperbesar ukuran buah, dan untuk meningkatkan rasa manis dari buah stroberi di semprotkan dengan pupuk yang mengandung magnesium (kiserit). Untuk mencegah defisiensi unsur mikro dalam tanah, semprot tanaman dengan pupuk mikro lengkap (multi mikro, mikrolita, dll) terutama pada fase vegetatif, dosis sesuai dengan anjuran di kemasan pupuk.

e. Penyiraman

Stroberi adalah tanaman yang tidak tahan kekeringan. Ciri umumnya tanaman yang mengalami kekeringan adalah dengan daunnya yang layu. Kekeringan dapat berpengaruh terhadap menurunnya produksi buah stroberi. Pengairan sebaiknya dilakukan secara rutin. Para petani stroberi di tanah Karo melakukan penyiraman dengan cara manual yaitu dengan menggunakan gembor (Kurnia, 2005).

Menurut Sutopo, (2016) stroberi termasuk tanaman yang kurang tahan terhadap perubahan kadar air tanah yang begitu ekstrim. Karena itu, dilakukan pengairan secara teratur, 2 – 3 kali dalam seminggu kecuali pada musim penghujan. Volume penyiraman untuk setiap tanaman stroberi kurang lebih 150 – 250 cc tergantung pada fisik tanah kelembaban udara dan temperatur. Pada masa proses pembungaan dan pada awal pembentukan buah, sebaiknya pemberian air dikurangi untuk mendorong pertumbuhan vegetatif sehingga buah yang terbentuk dapat berhasil dengan baik.

f. Pemangkasan Stolon

Pangkas atau kurangi jumlah stolon yang terlalu banyak, agar hasil fotosintesis lebih difokuskan untuk menghasilkan buah bukan untuk pertumbuhan stolon (Sutopo, 2016).

g. Penjarangan Bunga/Buah

Sutopo (2016), buang bunga pertama dan buah stadium pentil yang jumlah terlalu banyak dalam satu tangkai. Untuk waktu penjarangan buah adalah pada saat buah sebesar kelereng (pada umur 3 – 4 hari sejak berbunga).

2.6 Hama dan Penyakit Tanaman

2.6.1 Hama

a. Kutu Daun (*Chaetosiphon fragaefolii*)

Bagian yang diserang : permukaan daun bagian bawah, kuncup bunga, pucuk atau batang muda. Gejala : pucuk atau daun keriput, keriting, kadang-kadang pembentukan daun atau buah terhambat. Pencegahan menggunakan PENTANA + AERO 810 atau Natural BVR.

b. Tungau (*Tetranychus sp.* – *Tarsonemus sp.*)

Bagian yang diserang : daun, tangkai dan buah. Gejala : daun bercak kuning, coklat, keriting akhirnya daun rontok. Pencegahan menggunakan PENTANA AERO 810 + NATURAL BVR.

c. Kumbang Penggerek Bunga (*Anthonomus rubi*),

Akar (*Othiorhynchus rugosostriatus*), kumbang penggerek batang (*O. Sulcatus*). Gejala serangan : adanya bubuk berupa tepung pada bagian yang digereknya. Pencegahan semprotkan PENTONA atau PENTANA AERO 810 secara merata.

2.6.2 Penyakit

a. Layu verticillium (*Verticillium dahliae*)

Bagian yang diserang : mulai dari akar, daun, hingga tanaman. Gejala : daun yang terinfeksi mula-mula berwarna kuning hingga kecoklatan, serangan berat akan mengakibatkan kematian pada tanaman. Pengendalian : perbaikan drainase, sanitasi kebun pada awal tanam.

b. Busuk Buah Matang/Ripe Friut Rot (*Colletotrichum fragariae* Brook)

Bagian yang diserang : buah. Gejala RFR yang khas hanya pada buah yang masak saja dengan buah busuk disertai masa spora berwarna merah jambu. Buah busuk lunak, berair, bila dipijat keluar cairan keruh. Pengendalian : musnahkan buah yang terinfeksi, perbaiki drainase kebun, pemulsaan, rotasi tanaman, pada awal menanam menggunakan dengan pupuk kandang yang telah jadi.

c. Busuk Akar



Gambar 7. Akar tanaman stroberi yang terkena busuk akar (Hanif 2012).

Bagian yang diserang : akar tanaman. Gejala : Idrella menyebabkan ujung-ujung tanaman berwarna hitam dan busuk, sedangkan Pytium mengakibatkan batang atas akar di permukaan tanah busuk berwarna coklat hingga hitam. Sementara jamur Rhizoctonia mengakibatkan sistem perakaran busuk kebasah-basah. Pengendalian : cabut dan musnahkan tanaman yang terserang berat, tambahkan kapur untuk tanah, lakukan rotasi tanaman, perbaiki drainase tanaman pada awal penanaman.

2.7 Panen Buah Stroberi

Tanaman asal stolon dan anakan mulai berbunga ketika berumur 2 bulan setelah tanam. Bunga pertaman sebaiknya dibuang. setelah tanaman berumur 4 bulan, bunga dibiarkan tumbuh menjadi buah, periode pembungaan dan pembuahan dapat berlangsung 2 tahun tanpa henti.



Gambar 8. Buah stroberi setelah dipanen dan ditimbang keseluruhan.

a. Ciri dan Umur Panen

- Buah sudah agak kenyal dan empuk.
- Kulit buah didominasi warna merah: Hijau kemerahan hingga kuning kemerahan.
- Buah berumur 2 minggu sejak mebungaan atau 10 hari setelah awal pembentukan buah.

b. Cara Panen

Panen dilakukan dengan menggunting dengan bagian tangkai Bunga dengan kelopaknya. Panen dilakukan 2 kali seminggu.

c. Perkiraan Produksi

Produktivitas tanaman stroberi tergantung dari varietas dan teknik budidaya:

- Varietas Osegrande: 1,2 kg/tanaman/tahun.
- Varietas Pajero: 0,8 kg/tanaman/tahun.
- Varietas Selva: 0,6 – 07 kg/tanaman/tahun.

2.8 Pupuk Organik Cair

Pemberian pupuk kimia sintetis bukanlah jaminan untuk memperoleh hasil maksimal tanpa diimbangi pupuk organik karena pupuk organik mampu berperan terhadap perbaikan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Susi (2009) bahwa penggunaan dosis pupuk kimia sintetis yang berlebihan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, apalagi penggunaan secara terus menerus dalam waktu lama dapat menyebabkan produktivitas lahan menurun dan mikroorganisme penyubur tanah berkurang. penggunaan pupuk sintetis yang tinggi pada tanah dapat mendorong hilangnya hara, polusi lingkungan, dan rusaknya kondisi alam.

Peningkatan efisiensi pemupukan dapat dilakukan dengan pemberian bahan organik. Salah satu sumber bahan organik yang banyak tersedia di sekitar petani ialah pupuk kandang. Pemberian pupuk organik dapat mengurangi dan meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk kimia. Penggunaan pupuk organik alam yang dapat dipergunakan untuk membantu mengatasi kendala produksi pertanian yaitu pupuk organik cair. Pupuk organik cair merupakan salah satu jenis pupuk yang banyak beredar di pasaran. Pupuk organik cair kebanyakan diaplikasikan melalui daun atau disebut sebagai pupuk cair daun yang mengandung hara makro dan mikro esensial. Pupuk organik cair mempunyai beberapa manfaat di antaranya dapat mendorong dan meningkatkan pembentukan klorofil daun dan pembentukan

bintil akar pada tanaman leguminosae, sehingga meningkatkan kemampuan fotosintesis tanaman dan penyerapan nitrogen dari udara, dapat meningkatkan vigor tanaman, sehingga tanaman menjadi kokoh dan kuat, meningkatkan daya tahan tanaman terhadap kekeringan, cekaman cuaca, dan serangan patogen penyebab penyakit, merangsang pertumbuhan cabang produksi, serta meningkatkan pembentukan bunga dan bakal buah, serta mengurangi gugurnya daun, bunga, dan bakal buah. Pupuk organik cair diolah dari bahan baku berupa kotoran ternak, kompos, limbah alam, hormon tumbuhan, dan bahan-bahan alami lainnya yang diproses secara alamiah selama 2 bulan (Marpaung, 2014).

Mikroorganisme didalam tanah akan merombak pupuk organik menjadi humus atau bahan organik tanah. Sama halnya dengan humus, pupuk organik berperan untuk menyediakan nutrisi bagi tanaman. Beberapa manfaat pupuk organik bagi lingkungan diantaranya sebagai sumber nutrisi, memperbaiki struktur fisik tanah, memperbaiki kimia tanah, meningkatkan daya simpan air, dan meningkatkan aktivitas biologi tanah (Glio, 2015). Pupuk organik maupun anorganik mempunyai perbedaan masing-masing, diantaranya dalam hal kecepatan penyerapan unsur hara dari pupuk organik yang tergolong lambat dibandingkan pupuk anorganik sehingga pengaruh yang ditimbulkan oleh pupuk organik terhadap pertumbuhan yang terjadi pada tanaman berlangsung dengan lambat dibandingkan pupuk anorganik yang berlangsung cepat. Sebaliknya, susunan unsur hara yang dikandung dalam pupuk organik lebih lengkap dibandingkan pupuk anorganik (Nurahmi, 2011).

Tabel 1. Standar Kualitas Pupuk Organik Cair.

Parameter	Satuan	Standar Mutu
C – organik	%	min 6
Bahan ikutan: (Plastik, kaca, krikil)	%	maks 2
Logam berat:		
- As	ppm	maks 2,5
- Hg	ppm	maks 0,25
- Pb	ppm	maks 12,5
- Cd	ppm	maks 0,5
pH		4 - 9
Hara makro:		
- N	%	3 - 6
- P ² O ²	%	3 - 6
- K ² O	%	3 - 6
Mikroba kontaminan:		
- <i>E.coli</i>	MPLN/ml	maks 10 ²
- <i>Salmonella sp</i>	MPN/ml	maks 10 ²
Hara mikro:		
- Fe total atau	ppm	90 - 900
- Fe tersedia	ppm	5 - 50
- Mn	ppm	250 - 5000
- Cu	ppm	250 - 5000
- Zn	ppm	250 - 5000
- B	ppm	150 - 5000
- Co	ppm	5 - 20
- Mo	ppm	2 - 10
Unsur lain:		
- La	ppm	0
- Ca	ppm	0

Sumber: Peraturan Kementerian Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011

Pupuk organik cair merupakan salah satu jenis pupuk yang banyak beredar di pasaran. Pupuk organik cair biasanya banyak diaplikasikan melalui daun atau kerap disebut sebagai pupuk cair foliar yang mengandung unsur hara makro dan mikro esensial seperti unsur N, P, K, S, Ca, Mg, B, Mo, Cu, Fe, Mn dan berbagai bahan organik (Glio, 2015). Pupuk organik cair selain dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, membantu meningkatkan produksi tanaman, meningkatkan kualitas produk tanaman, mengurangi penggunaan pupuk anorganik

dan sebagai alternatif pengganti pupuk kandang (Indrakusuma, 2000 dalam Parman, 2007).

Pemberian pupuk organik cair harus memperhatikan konsentrasi atau dosis yang diaplikasikan terhadap tanaman. Dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair melalui daun memberikan pertumbuhan dan hasil tanaman yang lebih baik daripada pemberian melalui tanah. Pupuk organik cair yang digunakan pada percobaan ini mengandung C-organik 1,87%; N₀ 63%; P₂O₅ 0,34%; K₂O 0,4%; Cu 10 ppm; Fe 859 ppm, B 11,43 ppm (Laboratorium BPTP Sumut 2012).

2.9 Rizobakteri

Teknologi yang sedang pesat perkembangannya saat ini adalah pemanfaatan mikroorganisme (bakteri saprofit non patogenik) yang dieksplorasi dari rizosfer tanaman (rizobakteri) yang dapat memacu pertumbuhan tanaman (Desmawati, 2006; Loon, 2007). Lebih lanjut dijelaskan bahwa rizobakteri memiliki kemampuan mengkolonisasi rizosfer secara agresif dan beberapa jenis rizobakteri mampu berperan ganda sebagai biofertilizer dan bioprotektan pada tanaman (Ashrafuzzaman, 2009).

Rizobakteri pemacu tumbuh tanaman (RPTT) atau populer disebut *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) adalah kelompok bakteri menguntungkan yang agresif ‘menduduki’ (mengkolonisasi) rizosfir (lapisan tanah tipis antara 1-2 mm di sekitar zona perakaran). Aktivitas RPTT memberi keuntungan bagi pertumbuhan tanaman, baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Pengaruh langsung RPTT didasarkan atas kemampuannya menyediakan dan memobilisasi atau memfasilitasi penyerapan berbagai unsur hara dalam tanah serta

mensintesis dan mengubah konsentrasi berbagai fitohormon pemacu tumbuh. Sedangkan pengaruh tidak langsung berkaitan dengan kemampuan RPTT menekan aktivitas patogen dengan cara menghasilkan berbagai senyawa atau metabolit seperti antibiotik dan *siderophore*. Potensi rizobakteri sebagai pemacu pertumbuhan tanaman melalui kemampuannya melarutkan fosfat atau memfiksasi nitrogen atau memproduksi hormon tumbuh merupakan karakteristik rizobakteri yang diinginkan (Sutariati, 2014).

Glick (2007) melaporkan bahwa fungsi rizobakteri terhadap pertumbuhan tanaman adalah membantu dalam memperoleh nutrisi seperti nitrogen, fosfor atau besi, mencegah perkembangbiakan organisme patogen, dan menyediakan hormon tanaman seperti auksin atau sitokinin, atau menurunkan produksi etilen melalui aktivitas enzim 1-aminocyclopropane-1-karboksilat (ACC) deaminase. Menurut Egamberdiyeva (2007) mikroorganisme tanah seperti bakteri diperlukan dalam meningkatkan penyerapan dan sirkulasi nutrisi tanaman dan mengurangi kebutuhan pupuk kimia. Kemampuan rizobakteri membantu dalam memperoleh nutrisi seperti nitrogen adalah dengan cara fiksasi nitrogen.

Rizobakteri akan mengaktifkan enzim nitrogenase untuk memfiksasi dan mereduksi N udara menjadi gugus NH_2 yang kemudian dirangkai dengan rantai karbon menjadi senyawa amina atau asam amino yang merupakan komponen dasar dalam pembentukan protein dan pembentukan organel sel yang lain. Enzim nitrogenase terdiri dari sub unit protein-Fe dan sub unit protein-Fe-Mo, sehingga keberadaan Fe dan Mo sangat diperlukan untuk aktifator enzim tersebut.

Banyak spesies dan strain spesifik dari rizobakteri telah dipelajari sebagai *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) pada berbagai tanaman di beberapa

daerah yang berbeda. Peran rizobakteri sebagai pemacu pertumbuhan tanaman termasuk genus *Pseudomonas* spp., *Bacillus* spp., *Serratia* spp., *Azotobacter* spp., *Azospirillum* spp., *Acetobacter* spp., *Burkholderia* spp., dan beberapa genus *Enterobacteriaceae* diketahui berfungsi sebagai PGPR. Keanekaragaman rizobakteri dan aktivitas menguntungkan dari asosiasi dengan tanaman adalah penting untuk mempertahankan agroekosistem produksi tanaman yang berkelanjutan. Pengaruh menguntungkan dari rizobakteri telah banyak dievaluasi berdasarkan perkecambahan benih yang cepat, pertumbuhan bibit yang lebih baik, dan peningkatan pertumbuhan tanaman (Mardiah, 2016).

2.9.1 Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR)

PGPR atau *plant growth promoting rhizobacteria* adalah bakteri pengkoloni akar yang memberikan efek menguntungkan terhadap pertumbuhan tanaman. PGPR merupakan rizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman. Bakteri tersebut mampu mengkoloni perakaran tanaman dengan baik, sehingga akar dapat menyerap sekresi mikroba yang bermanfaat bagi pertumbuhan akar dan mempengaruhi invasi patogen (Soesanto, 2008).

Secara umum, mekanisme PGPR dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman adalah (1) *biostimulan*, PGPR mampu menghasilkan atau mengubah konsentrasi hormon tanaman seperti asam indolasetat, asam giberelin, sitokinin, dan etilen atau prekursornya (1-aminosiklopropena-1-karboksilat deaminase) di dalam tanaman, tidak bersimbiotik dalam fiksasi N₂, melarutkan fosfat mineral, memengaruhi pembintilan atau menguasai bintil akar; (2) *bioprotektan*, PGPR memberi efek antagonis terhadap patogen tanaman melalui beberapa cara yaitu produksi antibiotik, siderofore, enzim kitinase, parasitisme, kompetisi sumber

nutrisi dan relung ekologi, menginduksi ketahanan tanaman secara sistemik (Khalimi & Wirya 2009).

Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) ini adalah kelompok bakteri menguntungkan yang agresif mengkolonisasi rhizosfir (lapisan tanah tipis antara 1-2 mm di sekitar zona perakaran). Aktivitas PGPR memberi keuntungan bagi pertumbuhan tanaman, baik secara langsung maupun secara tidak langsung.

Pengaruh langsung PGPR berdasarkan kemampuannya menyediakan dan memobilisasi atau memfasilitasi penyerapan berbagai unsur hara dalam tanah serta mensintesis dan mengubah konsentrasi berbagai fitohormon pemacu tumbuh. Sedangkan pengaruh tidak langsung berkaitan dengan kemampuan PGPR menekan aktivitas patogen dengan cara menghasilkan berbagai senyawa atau metabolit seperti antibiotik dan *siderophore*. Berbagai jenis bakteri telah diidentifikasi sebagai PGPR. Sebagian besar berasal dari kelompok gram-negatif dengan jumlah strain paling banyak dari genus *Pseudomonas* dan beberapa dari genus *Serratia*. Selain kedua genus tersebut, dilaporkan antara lain dari genus *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Acetobacter*, *Burkholderia*, dan *Bacillus* (Suradikarta *et al*, 2006). Meskipun sebagian besar *Bacillus* (gram-positif) tidak tergolong pengkoloni akar, beberapa strain tertentu dari genus ini ada yang mampu melakukannya, sehingga bisa digolongkan sebagai PGPR (Yendra, 2017).

2.9.2 Kandungan Rizobakteri

Rhizovit adalah rhibakteri indigonus yang mampu:

1. Menghasilkan hormone pertumbuhan tanaman (Growth Hormone) Indole acetic aci (IAA) sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman.
2. Mampu mengikat N₂ sehingga menghemat penggunaan pupuk N dan pupuk kimia lain 30-50%.

3. Menghasilkan osmo protektan glisin betain, yang dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan.
4. Menghasilkan metabolit sekunder yang dapat meningkatkan ketahanan tanaman pada lahan asam.
5. Dapat merombak residu pestisida dan bahan kimia lain yang ada di dalam tanah.
6. Dapat meningkatkan hasil panen 20-30%.

Tabel 2. Kandungan Pupuk Rhizovit.

Rhizovit	
Inokulum	Kerapatan
Rhizobium sp	$2,1 \times 10^{12}$ cfu/ml
Klebsiella sp	$6,0 \times 10^{11}$ cfu/ml
Chomobakterium sp	$1,8 \times 10^{12}$ cfu/ml
Azospirillum sp	$1,5 \times 10^{10}$ cfu/ml
Pelarut Posfat sp	$3,5 \times 10^9$ cfu/ml
Pseudomonas sp	$3,0 \times 10^{10}$ cfu/ml

Keterangan: CFU/ml (Colony Forming Unit). Sumber. Kerjasa DP2M-UMM dan PT. Karunia Niaga Sejahtera.

2.10 Buah Maja.

Buah maja (*Aegle marmelos* L.) merupakan tanaman dari suku *Rutaceae* atau jeruk-jerukan yang penyebarannya tumbuh didataran rendah hingga keringgian \pm 500 m dpl. Tumbuhan ini terdapat di negara Asia Selatan dan Asia Tenggara termasuk di Indonesia. Pohon maja dapat tumbuh sampai 20 meter dengan tajuk yang tumbuh menjulang ke atas. Bunganya harum hingga aroma wanginya bisa tercium dari jarak yang cukup jauh. Tanaman ini mulai berbuah pada umur 5 tahun dan produksi maksimal dicapai setelah umur 15 tahun. Satu pohon bisa menghasilkan 200-400 butir buah. Buah maja bisanya masak pada musim kemarau bersamaan dengan daun-daunnya yang meluruh. Bentuk buah seperti bola voli

memiliki diameter 5-12 cm, kulit buah berwarna hijau dan eras, dagingnya putih dan berbau harum serta manis rasanya (Fatmawati, 2015).

Dari penelitian yang telah ada, diketahui bahwa buah dari tanaman maja mengandung substansi semacam minyak balsem, *2-furo-coumarins-psoralen* dan marmelosin ($C_{13}H_{12}O$). Buah, akar dan daun maja bersifat antibiotik. Buah maja juga mengandung marmelosin, minyak atsiri, pektin, saponin dan tanin. Senyawa saponin merupakan glikosida yang memiliki aglikon berupa steroid dan triterpen. Senyawa saponin memiliki sapogenin (aglikon) yang menyebabkan rasa pahit pada buah maja dan memiliki sifat merusak darah merah (haemolisis). Senyawa tanin merupakan senyawa yang rasanya pahit dan bereaksi dengan protein, asam amino dan alkaloid yang mengandung banyak gugus hidroksil dan karboksil untuk membentuk perikatan kompleks yang kuat dengan protein dan makromolekul yang lainnya sehingga menyebabkan rasa pahit yang tidak disukai oleh serangga yang menjadi hama pada tanaman. Sehingga dengan adanya kedua senyawa ini menjadikan suatu alternatif baru sebagai pestisida nabati (Rismayani, 2013).



Gambar 9. (a) buah maja yang digunakan dengan ciri-ciri masak fisiologis (b) larutas buah maja yang siap diaplikasi ke tanaman stroberi.

2.10.1 Kandungan Buah Maja

Kandungan unsur hara yang dianalisis dalam MOL buah maja ini adalah N (Nitrogen), P (Phospor), K (Kalium), C (Karbon), Mg (Magnesium), dan Fe (Ferrum). Hasil analisis MOL buah maja dapat dilihat pada Tabel 1. berikut:

Tabel 3. Hasil Analisis Uji MOL Buah Maja (*Aegle marmelos* (L.) Corr)

Paremeter	Hasil Uji (mg/L)	SNI Pupuk Cair Organik	Metode Uji
Nitrogen	12,911	3-6%	In House Methode APHA 2012.Section 4500 PB.5 dan 4500-PD
Phosfor	80,2483	3-6%	APHA 2012.Section 3500 K
Kalsium	1.959	3-6%	In House Methode
Carbon	7.061,00	6%	SNI 06-6989,12-2004
Magnesium	110,68	-	SNI 6989,4-2009
Besi (Fe)	0,7888	5-50 ppm	

Sumber : BBTKLPP Yogyakarta dan Permentan No. 70 Tahun 2011.

Berdasarkan Tabel 3, dapat dilihat bahwa uji kandungan MOL Maja yang dilakukan di BBTKLPP Yogyakarta menunjukkan bahwa MOL Maja mengandung unsur-unsur makro dan mikro yang dibutuhkan untuk mendukung pertumbuhan vegetatif, perkembangan dan kesehatan tanaman.

2.11 Keong Mas (*Pomacea canaliculata*)

Keong mas (*Pomacea canaliculata*) adalah siput sawah dengan warna cangkang keemasan yang dianggap sebagai salah satu hama dalam produksi padi. Keong mas disebut hama karena menjadi pemakan tanaman padi di areal persawahan dan telurnya yang menempel pada batang padi menyebabkan tanaman padi mati. Keong mas memiliki karakteristik khusus yang dapat digunakan untuk membedakan dengan keong-keong jenis lain yang hidup pada habitat yang sama. Keong mas dewa memiliki cangkang berwarna coklat dan daging berwarna putih krem hingga kemerah-merahan. Ukuran tubuhnya bervariasi dan tergantung pada

ketersediaan makanan. Ukuran diameter cangkang keong mas dapat mencapai 4 cm dengan berat 10-20 gram. Keong mas memiliki umbilicus terbuka. Operkulum yang menutupi lubang aperture terbuat dari kritik dan merupakan operkulum tipe konsentris. Keong mas dikategorikan sebagai hewan omnivera.

Beberapa mineral yang ditemukan dalam daging keong mas antara lain kalsium, natrium, kalium, fosfor, magnesium, seng dan zat besi. Table 4 menunjukkan kandungan mineral daging keong mas (Pambudi, 2011)

Tabel 4. Kandungan Mineral Keong Mas (*Pomacea canaliculata*).

Komposisi mineral makro	Kadar (bk) (mg/100 g)	Komposisi mineral makro	Kadar (bk) (mg/100 g)
Kalsium	7593,81	Besi	44,16
Natrium	620,84	Seng	20,57
Kalium	824,84	Selenium	Tidak Terdeteksi
Fosfor	1454,32	Tembaga	Tidak Terdeteksi
Magnesium	238,05		

Sumber: Pambudi, (2011).

Keong mas cukup potensial sebagai sumber protein hewani. Keong memiliki kandungan gizi lain yakni kalori dan karbohidrat. Keong mas juga mengandung vitamin dan mineral yang dibutuhkan oleh tubuh. Beberapa mineral yang ditemukan dalam daging keong mas anatara lain kalsium, natrium, kalium, fosfor, ,magnesium, seng dan zat besi.

2.12 Kulit Udang

Pupuk Kompos kulit udang yang terdiri dari kepala dan kulit masih mempunyai kandungan nutrisi yang cukup tinggi, adalah 25-40% protein, 45-50% kalsium karbonat, 15-20% kitin. (Sudibya, 1998).

Tabel 5. Komposisi Unsur Hara Pupuk Kompos Kulit Udang.

Unsur Hara	Kandungan
Ph	6,25
C Organik (%)	6,76
N Total (%)	1,93
P total (mg/100 gr P ₂ O ₅)	1,079
K total (mg/100 gr P ₂ O ₅)	0,52

Sumber: UPT. Pusat Studi Reboisasi Hutan Tropis Hutan Lembab (PUSREHUD) Lab. Ilmu Tanah (2015).

Pengaruh aplikasi ekstrak kompos kepala udang terhadap pertumbuhan tanaman ditentukan oleh konsentrasi ekstrak yang diaplikasikan. Hasil penelitian Fajrin menyimpulkan bahwa konsentrasi aplikasi ekstrak 75% merupakan konsentrasi terbaik ekstrak kompos kulit udang yang diaplikasikan pada tanaman. Unsur mikro diperlukan dalam jumlah sedikit tetapi pengaruhnya sangat signifikan mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Penambahan unsur mikro ke dalam ekstrak kompos kepala udang diharapkan dapat meningkatkan manfaat dari ekstrak kompos kulit udang tersebut. Unsur mikro sudah biasa diformulasikan dalam bentuk pupuk cair, yang diaplikasikan melalui daun. Unsur hara mikro tersebut adalah besi (Fe), Mangan (Mn), tembaga (Cu), Boron (B) dan seng (Zn). Untuk mengetahui pengaruh jenis ekstrak kepala udang hasil ekstraksi dengan berbagai jenis pengekstrak yang dikombinasikan dengan pemberian unsur mikro terhadap tanaman, maka campuran ekstrak tersebut perlu diaplikasikan pada tanaman (Fajrin, 2011).

2.13 EM4 (*Effective Mikroorganism-4*)

Perkembangan probiotik di Indonesia belum sangat pesat, namun sudah mulai dikembangkan dengan salah satu produk probiotik yang mampu diproduksi dalam negeri berupa media kultur berbentuk cairan yang dapat di simpan dengan waktu yang lebih lama EM4 (*Effective Mikroorganism-4*). EM4 merupakan suatu

tambahan untuk mengoptimalkan pemanfaatan zat-zat makanan, karena bakteri yang terdapat dalam EM4 dapat mencerna selulosa, pati, gula, protein dan lemak (Surung,2008).

Tabel 6. Komposisi Em4 (Effective Mikroorganism-4).

Jenis Bakteri	Jumlah (sel/ml)
Total plate count	2.8×10^6
Bakteri pelarut fosfat	3.4×10^5
<i>Lactobacillus</i>	3.0×10^5
<i>Yeast</i>	1.95×10^3
<i>Actinomycetes</i>	+
Bakteri fotosintetik	+

Sumber: PT Songgolangit Persada, 2011.

Tabel 7. Kandungan Zat Hara EM4 (Effective Mikroorganism-4).

Kandungan Zat Hara	Jumlah
C - Organik	1.88% w/w
Nitrogen	0.68% w/w
P ₂ O ₅	136.78 ppm
K ₂ O	8403.70 ppm
Aluminium, Al	< 0.01 ppm
Calcium, Ca	3062.29 ppm
Copper, Cu	1.14 ppm
Iron, Fe	129.38 ppm
Magnesium, Mg	401.58 ppm
Mangan, Mn	4.00 ppm
Sodium, Na	145.68 ppm
Nickel, Ni	< 0.05 ppm
Zinc, Zn	1.39 ppm
Boron, B	< 0.0002 ppm
Chlorida Cl	2429.54 ppm
pH	3.73

Sumber: PT Songgolangit Persada, 2011

Menurut penjelasan Utomo (2010), EM4 (*Effective Mikroorganism-4*) merupakan bahan yang mengandung beberapa mikroorganisme yang begitu bermanfaat dalam proses pengomposan atau pembuatan fermentasi. Mikroorganisme yang terkandung dalam EM4 terdiri dari beberapa bakteri asam laktat (*Lactobacillus* sp.), bakteri fotosintetik (*Rhodospseudomonas* sp.), *Actinomycetes* sp., *Streptomicetes* sp., dan ragi (yeast).

Mikroorganisme efektif (EM) merupakan inoculum yang dapat meningkatkan keragaman mikroorganisme yang ada di dalam tanah yang bermanfaat bagi kesuburan tanah dan tanaman. Mikroorganisme efektif bukan termasuk pupuk tetapi merupakan bahan yang dapat mempercepat proses pembuatan pupuk organik cair atau padat dan meningkatkan kualitas dari pupuk tersebut.



Gambar 10. EM4 sebagai bakteri pengurai.

Ada beberapa manfaat EM4 diantaranya:

1. Memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologis tanah.
2. Meningkatkan ketersediaan nutrisi dan senyawa organik pada tanah.
3. Mempercepat pengomposan sampah organik atau kotoran hewan. Baik itu pembuatan pupuk organik cair maupun pupuk organik padat.
4. Membersihkan air limbah dan meningkatkan kualitas air pada bidang perikanan.
5. Menyediakan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman dan
6. Meningkatkan produksi tanaman serta menjaga kestabilan produksi (Utomo, 2010).

2.14 Tetes tebu (*molasses*)

Tetes tebu adalah bahan sisa dari pengkristalan gula pasir yang masih mengandung gula dan asam-asam organik yang ada di dalamnya. Bahan baku ini

yang baik untuk pembuatan etanol. Dibandingkan bahan yang lainnya, tetes tebu mempunyai keunggulan yaitu selain harganya murah dan didapatkan dengan mudah juga mengandung 50% gula sederhana yang dapat difermentasi langsung oleh ragi (yeast) menjadi etanol tanpa pretreatment. Proses ini merupakan proses fermentasi yaitu proses pemecahan senyawa organik menjadi senyawa sederhana yang melibatkan mikroorganisme (Putri, 2018).

Menurut Wijaya, (2008), mikroorganisme ini berfungsi untuk menjaga keseimbangan dari karbon (C) dan nitrogen (N) yang merupakan faktor menentukan keberhasilan dalam proses fermentasi. Tetes tebu berfungsi untuk pembuatan fermentasi dan menyuburkan mikroba yang terdapat di dalam tanah, karena kandungan dari tetes tebu atau (molase) terdapat nutrisi bagi bakteri *Sacharomyces cereviceae*.

2.15 Air Kelapa

Limbah kelapa dalam kenyataanya masih sedikit di manfaatkan oleh masyarakat. Air kelapa lebih banyak terbuang bersama limbah rumah tangga lainnya. Beberapa factor penyebab kurangnya minat masyarakat dalam pemanfaatan air kelapa, karena terbatasnya pengetahuan masyarakat tentang kandungan dan zat-zat penting yang ada di dalam air kelapa. Air kelapa mengandung hormone *auksin* dan *sitokinin*, ke dua hormone tersebut sangat penting dalam pertumbuhan dan jumlah daun pada tanaman (Astuti, 2008).

Air kelapa banyak mengandung unsur mineral diantaranya natrium (Na), kalsium (Ca), magnesium (Mg), ferum (Fe), cuprum (Cu), posfor (P) dan sulfur (S). Selain kandungan mineral tersebut, air kelapa juga mengandung gula berkisar 1,7 gram sampai 2,6%, protein 0,07 hingga 0,55% dan mengandung berbagai macam

vitamin seperti asam sitrat, asam nikotina, asam pantotenat, asam folat, niacin, riboflavin, thiamin, mengandung hormone auksin dan sitokinin (Pujiastuti, 2012).

Buah kelapa yang masih terlali mudah belum mempunyai daging buah. Dengan rasa manis, mengandung mineral 4%, gula 2%, abu dan air. Buah kelapa yang semakin tua, airnya semain tidak manis dilihat dari tabel dibawah menjelaskan perbandingan air kelapa muda dan air kelapa tua sebagai berikut:

Tabel 8. Komposisi Kimia Air Buah Kelapa.

Sumber air (dalam 100 g)	Air kelapa muda (%)	Air kelapa tua (%)
Kalori	17.9 kal	-
Protein	0.2 g	0.14
Lemak	1.0 g	1.50
Karbohidrat	3.8 g	4.60
Kalsium	15.0 mg	-
Fosfor	8.0 g	0.50
Besi	0.2 g	-
Aktivitas Vitamin A	0.0 IU	-
Asam Askorbat	1.0 g	-
Air	95.5 g	91.5
Bagian yang dapat dimakan	100 g	-

Sumber: Ketaren (1989).

Air kelapa tua hanya mengandung beberapa vitamin dengan jumlah yang sedikit. Kandungan vitamin yang terkandung di dalam nya seperti C-nya hanya 0.7-3.5 mg/100 mg air buah kelapa, asam nikotinat 0.64 g/ml, asam panthotenat 0.52 g/ml, biotin 0.02 g/ml, riboflavin 0.01 g/ml dan asam folat 0.003 g/ml. Jumlah air kelapa dari kedua jenis kelapa dalam dan kelapa hibrida lebih banyak kelapa dalam untuk jumlah airnya. Air dari jenis kelapa dalam rata-rata 300 cc , sedangkan jenis kelapa hibrida rata-rata 230 cc. sedang berat jenis kelapa pada umumnya berkisar 1.02 dengan pH sekitar 5.6.

Tabel 9. Komposisi Asam Amino Air Buah Kelapa Tua.

Asam Amino	Jumlah mg/100 g (sisa alcohol tidak terlarut)	Asam amino Nitrogen (% total protein Nitrogen)
Cystic acid	217	3.86
Aspartic acid	190	2.94
Glutamic Acid	890	12.47
Serine	166	3.25
Glycine	277	7.61
Threonine	62	1.07
Alanine	61	1.41
Histidine	197	7.86
Lysine	398	11.23
Arginine	663	31.40
Proline	478	8.57
Valine	73	1.28
Leucine	246	3.86
Phenylalanine	14	0.18
Tyrosine	92	1.05
Hydroxyproline	Sangat sedikit	Sangat sedikit
Methionine sulphoxide	111	1.92

Sumber: Grimwood, 1975 dalam Palungkun (2003).

2.16 Air Limbah Cucian Beras

Wardiah (2014), air cucian beras merupakan limbah yang berasal dari proses pembersihan beras yang akan dimasak. Limbah cucian air beras biasanya dibuang langsung. Padahal kandungan senyawa organik dan mineral yang dimiliki sangat beragam. Terdapat kandungan di antara lain magnesium, sulfur, besi, Vitamin B1. Limbah air cucian beras adalah pengganti pupuk kimia pada tumbuhan. Muhandini (2012), bahwa limbah ini dapat meningkatkan pertumbuhan akar tanaman selada pada jenis dan kadar air cucian beras yang berbeda.

Saat ini berkembang penelitian tentang pemanfaatan air cucian beras sebagai penelitian sebagai bahan baku pembuatan nata, pupuk organik cair atau POC, bahan baku pembuatan biotanol media pertumbuhan jamur dan masih banyak lagi manfaatnya. Oleh karena itu, saat ini limbah cucian air beras mulai dilirik untuk di manfaatkan menghasilkan produk yang lebih bermanfaat (Susilawati, 2016).

2.16.1 Kandungan Air Cucian Beras.

Limbah air cucian beras yang banyak terdapat di rumah penduduk masyarakat Indonesia memiliki manfaat yang terkandung nutrisi di dalam air beras tersebut. Seperti karbohidrat berupa pati 85-90%, lemak protein gluten, selulosa, hemiselulosa, gula dan vitamin yang begitu tinggi. Vitamin yang ada di dalam air beras seperti niacin, riboflavin, piridoksin dan thiamin, serta mineral seperti Ca, Mg dan Fe (Istiqomah, 2012).

Limbah air cucian beras mengandung beberapa unsur kimia seperti vitamin B1, Nitrogen, Fosfor, dan unsur lainnya banyak terdapat pada pericarpus dan aleuron yang ikut terkikis. Kandungan beberapa unsur mineral dari limbah air cucian beras sebagai berikut:

Tabel 10. Kandungan Air Beras.

Komposisi	Jumlah (%)
Karbohidrat	90
Protein	8.77
Lemak	1.09
Vitamin B1	70
Vitamin B3	90
Vitamin B6	50
Mangan (Mn)	50
Fosfor (f)	60
Zat Besi (Fe)	50
Nitrogen (N)	0.015
Magnesium (Mg)	14.525
Kalium (K)	0.02
Calcium (Ca)	2.94

Sumber: (Wardiah, 2014).

Kandungan mineral yang terkandung dalam limbah air cucian beras tersebut, secara umum memiliki manfaat sebagai berikut:

1. Mangan (Mn), berperan dalam beberapa system enzim, terutama enzim yang terlibat dalam pengontrolan gula darah, metabolisme energy, dan hormone tiroid. Mencegah epilepsi dan mengurangi resiko serangan jantung secara mendadak.

2. Fosfor (f), berfungsi sebagai kalsifikasi tulang dan gigi pada manusia, mengatur pengalihan energi. Membantu absorpsi dan transportasi zat gizi, mengangkut zat gizi ke aliran darah (proses fosforilasi), membantu bekerja dari vitamin dan mineral dan mengatur keseimbangan asam basa.
3. Zat Besi (Fe), berperan dan mengatur molekul hemoglobin (sel-sel darah merah), sebagai transportasi oksigen (O_2) dari paru-paru ke jaringan dan mentransportasi CO_2 .
4. Nitrogen (N), berfungsi sebagai tekanan osmosis darah, menjaga keseimbangan asam basa, berperan sebagai dalam absorpsi glukosa, dan berperan sebagai transmisi saraf dan otot.
5. Magnesium (Mg), mengaktifkan enzim dan berperan dalam produksi energi, formasi protein, dan replika sel. Meningkatkan larutan kalsium dalam enzim sehingga bisa mencegah terbentuknya batu ginjal.
6. Kalium (K), berfungsi menjaga keseimbangan cairan tubuh dan fungsi jantung.
7. Kalsium (Ca), bermanfaat untuk mengurangi insomnia, mendukung sistem saraf dan kontraksi otot (Istiqomah, 2012).