

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum Tanaman Stroberi

Stroberi berasal dari bahasa Inggris kuno yaitu *strewberige* yang merupakan gabungan dari kata “*strew* atau *straw*” dan “*berige* atau *berry*”. Stroberi merupakan tumbuhan herba yang pertama kali ditemukan di Chili, Amerika. Tanaman stroberi menyebar ke kota-kota lain di Amerika, Eropa dan Asia termasuk negara Indonesia. Tanaman stroberi merupakan tumbuhan yang menarik. Akar stroberi merupakan bagian tumbuhan yang sangat penting. Akar mempunyai fungsi untuk menyerap air dan mineral dari dalam tanah yang dibutuhkan oleh tanaman (Rohmayati, 2013). Tanaman stroberi mempunyai akar yang tunggang dan terus memanjang sampai 100 cm. Selain itu akarnya juga menyebar ke segala arah. Rata-rata tumbuhan stroberi dewasa mempunyai akar sebanyak 20-35 akar. Batang adalah organ tumbuhan yang berfungsi sebagai jalannya air dan mineral yang diserap dari tanah agar sampai ke daun atau bagian-bagian tumbuhan lainnya. Pada bagian buku batang stroberi banyak terdapat daun karena batang stroberi sangat pendek. Batang utama dan daun yang tersusun rapat disebut *crown* (Rahmatia dan Pitriana, 2007).

Daun pada tanaman stroberi berfungsi sebagai tempat fotosintesis dan transpirasi. Tanaman stroberi mempunyai daun berwarna hijau. Bentuknya sangat unik dengan tepi bergigi atau disebut daun “*trifoliat*”. Bunga stroberi mempunyai 5 kelopak bunga, 5 mahkota, 20-35 benang sari dan ratusan putik pada dasar bunga yang membentuk pola melingkar. Karakteristik bunganya terdiri atas empat macam bunga yaitu satu bunga primer yang mekar lebih dulu, dua bunga sekunder, lalu empat bunga tersier dan delapan bunga kuartener. Buah stroberi memiliki warna merah menyala itu bukan dari hasil fertilisasi sel betina dan jantan. Organ buah yang sebenarnya atau buah sejati adalah bintik-bintik kecil yang menempel pada buah semu stroberi yang kekuningan (Rohmayati, 2013).

2.2 Potensi Tanaman Stroberi

Stroberi merupakan salah satu buah yang banyak digemari masyarakat Indonesia karena rasa dan kandungan vitaminnya yang tinggi. Buah stroberi memiliki nilai ekonomis tinggi dibandingkan dengan buah-buah lokal yaitu jeruk, apel, semangka dan lain-lain. Buah stroberi tidak hanya dikonsumsi dalam keadaan segar tetapi dapat diolah menjadi selai, sirop, dodol, manisan, jus, yoghurt, kue, dan bahan baku pembantu pembuat es krim. Kandungan gizinya tinggi dan komposisi gizinya cukup lengkap. Budiman dan Saraswati (2008) menyatakan bahwa setiap 100 gram buah stroberi segar mengandung energi 37 kalori, protein 0,8 g, lemak 0,5 g, karbohidrat 8,0 g, kalsium 28 mg, fosfat 27 mg, besi 0,8 mg, vitamin A 60 SI, vitamin B 0,03 mg, vitamin C 60 mg dan air 89,9 g. Selain mengandung berbagai vitamin dan mineral, buah stroberi terutama biji dan daunnya diketahui mengandung *ellagic acid* yang berpotensi sebagai penghambat kanker, mempercantik kulit, menjadikan gigi putih, menghilangkan bau mulut serta meningkatkan kekuatan otak dan penglihatan. Akar stroberi mengandung zat anti radang.

Tanaman stroberi dapat tumbuh pada rentang geografis yang luas dari tropika hingga daerah artik. Hanif dan Ashari (2012) menyatakan bahwa di Indonesia tanaman ini hanya dapat tumbuh di daerah pegunungan dengan ketinggian lebih dari 1000 m sehingga dapat dikembangkan di Indonesia. Tanaman stroberi di Indonesia dalam setahun dapat berproduksi hingga lima kali, puncak produksi terjadi pada bulan Juli-Agustus tergantung keadaan lingkungan. Tanaman stroberi dapat tumbuh baik pada jenis tanah berdrainase baik, biasanya pada jenis tanah lempung berpasir yang mempunyai pH sedikit asam sampai netral. Drainase buruk akan menyebabkan sistem perakaran rusak, busuk dan munculnya penyakit serta busuk buah. Tanaman ini juga tidak cocok ditanam pada tanah dengan kadar liat tinggi atau tanah yang terlalu berpasir (Hanif dan Ashari, 2012).

2.3 Fase Pertumbuhan Tanaman Stroberi

Tanaman stroberi pada umur 1 hari sampai 1 bulan mengalami fase vegetatif yang sangat cepat. Tanaman stroberi mulai memasuki fase generatif pada umur sekitar 2 bulan yang ditandai dengan munculnya bunga. Setelah memasuki fase

generatif hingga berumur 5,5 bulan, perkembangan tanaman terfokus pada pembesaran dan pematangan buah (Budiman dan Saraswati, 2008). Fase pertumbuhan tanaman stroberi dapat dibagi menjadi dua fase yaitu:

1. Fase vegetatif (awal pertumbuhan sampai pembentukan tunas)

Perbanyakan secara *in vitro* dilakukan untuk mendapatkan bibit bebas virus. Meristem pucuk yang berukuran 0,5 – 0,7 mm ini pada umumnya tidak mengandung virus. Meristem pucuk ini kemudian ditanam dalam media kultur dalam kondisi aseptik dalam laboratorium (Hanif *et al.*, 2013). Keunggulan perbanyakan secara *in vitro* adalah dapat mendapatkan bibit induk yang bebas virus, daerah meristem pucuk dengan beberapa primordia daun disterilkan dan diambil secara hati-hati dengan bantuan mikroskop binokuler. Tanaman stroberi yang siap diaklimatisasi (Gambar 1) memiliki akar sempurna mencapai panjang kira-kira 3 cm atau lebih dan tinggi tanaman kurang lebih 13 cm (berumur 3 minggu), tanaman dapat dikeluarkan dan dilanjutkan dengan tahap aklimatisasi untuk selanjutnya dipindahkan ke pembibitan (Jati, 2009).



Gambar 1. Perbanyakan Tanaman Stroberi melalui Kultur Jaringan (a: tanaman yang siap di aklimatisasi, b: Tempat penyimpanan tanaman stroberi saat di botol kultur) (Jati, 2009)

Pada masa pertumbuhan vegetatif, dengan suhu udara rata-rata 22⁰C, tanaman stroberi membentuk daun-daun baru setiap 8-12 hari dan bertahan 1–3 bulan kemudian kering. Daun-daun ini akan tumbuh di meristem apikal. Pembentukan stolon pada tanaman stroberi tergantung pada karakter respon tanaman terhadap panjang hari. Stolon pertama muncul pada tanaman kurang lebih 3 minggu setelah tanam. Pada tanaman panjang hari, stolon muncul jika mendapatkan sinar matahari kurang dari

11 jam. Pada tanaman hari pendek, stolon muncul pada tanaman stroberi jika menerima sinar matahari lebih dari 13 jam (Kurnia, 2006).

Pada stolon terdapat ruas yang dapat mencapai 30 cm. Pada ruas terdapat tunas/pucuk aksilar yang dilindungi oleh *bractea* yang berkembang menjadi anakan-anakan stroberi sekitar 5 minggu setelah tanam. Anakan ini membentuk akar pada saat pucuk membentuk daun trifoliolate (Budiman dan Saraswati, 2008). Anakan yang terbentuk dari stolon adalah anakan vegetatif yang karakter dan sifatnya akan sama dengan induknya (*true to type*) (Kurnia, 2006).

2. Fase generatif

Tanaman mulai berbunga ketika berumur 2 bulan setelah tanam. Periode pembungaan dan pembuahan dapat berlangsung selama 2 tahun tanpa henti (Hanif, 2013). Musim berbunga tanaman stroberi dalam satu periode, satu tanaman dapat menghasilkan beberapa bunga yang munculnya tidak bersamaan akan tetapi berurutan. Jika ada salah satu bunga berubah jadi bakal buah maka di tangkai yang lain muncul bunga baru. Lama bunga tersebut berubah menjadi buah yang belum matang (fruitset) kurang lebih 10 hari sejak awal pembungaan dan buah matang atau siap dipetik memiliki waktu yang bervariasi sekitar 2 minggu sejak awal pembungaan (Arjip, 2011).

2.4 Deskripsi Tanaman Stroberi Varietas Lokal Berastagi

Stroberi varietas Berastagi merupakan tanaman varietas lokal yang dikembangkan petani sesuai dengan tempat tumbuhnya di Berastagi, Sumatera Utara. Stroberi di Sumatera Utara terdapat di Kecamatan Berastagi tepatnya di Desa Tongkoh Kecamatan Tiga Panah dan Desa Korpri. Buah stroberi varietas lokal berastagi memiliki ciri-ciri warna merah tua, rasa yang tidak terlalu asam dan memiliki rasa manis yang kuat. Bunga stroberi berwarna putih, berdiameter 2,5-3,5 cm, terdiri dari 5-10 kelopak bunga berwarna hijau, 5 mahkota bunga, sejumlah tangkai putik dan 2-3 lusin benang sari (Aswita, 2007).

Stroberi varietas Berastagi dapat tumbuh di daerah dataran tinggi dengan ketinggian 1.000-1.500 m dpl, curah hujan 600-700 mm/tahun, penyinaran cahaya matahari 8-10 jam, temperatur 17-20 OC, kelembaban udara antara 80-

90%. Media tanam yaitu tanah liat berpasir, subur, gembur, mengandung banyak bahan organik, tata air dan udara baik, (pH tanah) untuk budidaya dilapang antara 5.4-7.0, sedangkan untuk budidaya di pot adalah 6.5–7,0 (Balitjestro, 2013).

Batang stroberi varietas lokal Berastagi beruas-ruas pendek dan berbuku-buku, banyak mengandung air, serta tertutupi pelepah daun, sehingga tampak seperti rumpun tanpa batang. Buku-buku batang yang tertutup oleh sisi daun mempunyai kuncup (*gemma*). Kuncup ketiak dapat tumbuh menjadi anakan atau stolon. Stolon biasanya tumbuh memanjang dan menghasilkan beberapa calon tanaman baru. Selain itu tanaman stroberi varietas Berastagi memiliki sedikit perakaran tanaman sulur, mempunyai banyak jumlah daun per tanaman (Balitjestro, 2013).

Produksi buah stroberi varietas lokal berastagi terus mengalami peningkatan tetapi produksivitasnya masih rendah. Aswita (2007) menyatakan bahwa di Desa Tongkoh dan Korpri Sumatera Utara, rata-rata produktivitas di Desa Tongkoh setiap petani adalah 13.847,62 kg/ha dan di Desa Korpri adalah 15.305,67 kg/ha, rata-rata produktivitas di kedua desa adalah 14.576,64 kg/ha, sedangkan Kurnia (2006) menyatakan bahwa total produksi dengan luas lahan 0,14 ha menghasilkan produksi 4.000 kg th⁻¹ dengan jumlah bibit 8.000 batang, jadi produksi selama musim tanam (2 tahun) akan menghasilkan 8.000 kg dengan total produktivitas 57.142,85 kg/ha.

Harga buah stroberi yang mahal menjadi daya tarik bagi petani di Indonesia karena permintaan konsumen juga semakin meningkat sehingga petani budidaya tanaman stroberi semakin bertambah dari tahun ke tahun. Petani di Desa Tanah Karo Sumatera utara umumnya menanam jenis varietas Lokal Brastagi (Gambar 2), Dorit, Sweet Charlie dan Osogrande.



Gambar 2. Buah Stroberi Varietas Lokal Berastagi (Balitjestro, 2013)

2.5 Kasein Hidrolisat Sebagai Sumber Nutrisi

Jenis asam amino diketahui 20 jenis dan diantaranya ditemukan dalam hidrolisat asam dari protein tumbuhan dan hewan. Asam amino terdapat pada jaringan tumbuhan dengan konsentrasi antara 20 hingga 200 μg bobot segar (Siregar *et al.*, 2010). Dalam berbagai jaringan, jumlah asam amino beragam tergantung pada keadaan metabolisme tumbuhan (Harborne, 1987). Asam amino kompleks merupakan kumpulan dari sejumlah asam amino seperti kasein hidrolisat, ekstrak malt, ekstrak yis. Kultur suspensi sel atau kultur kalus biasanya mampu mensintesis semua asam amino yang diperlukan, tetapi untuk memperoleh manfaat yang lebih baik perlu ditambah nitrogen organik dalam bentuk asam amino seperti glutamina, kasein hidrolisat, asparagina ataupun nukleotida seperti adenina (Siregar *et al.*, 2010).

Kasein hidrolisat merupakan sumber asam amino yang umum digunakan pada media kultur jaringan. Kasein hidrolisat memiliki peranan penting pada tanaman sebagai sumber energi untuk mempercepat pembelahan sel dan dapat meningkatkan induksi kalus. Kasein hidrolisat merupakan sumber asam amino yang memiliki kandungan N organik lebih banyak dibandingkan dengan kandungan glutamin dan asam amino lainnya (Molnár *et al.*, 2011). Sel membutuhkan atom nitrogen untuk membentuk molekul seperti nukleotida, asam amino dan vitamin. Rahim *et al.* (1989) menyatakan bahwa apabila kadar glukosa rendah dan energi yang dibutuhkan tanaman berkurang maka sel-sel tanaman dapat memetabolisme asam amino menjadi sumber energi.

Kasein hidrolisat dapat menjadi sumber kalsium, fosfat, vitamin dan campuran 18 asam amino. Hidrolisis asam dapat mengubah sifat beberapa asam amino menjadi nitrogen yang dapat diserap oleh tanaman (Ageel dan Elmeer, 2011). Kasein hidrolisat merupakan sumber nitrogen organik yang dapat diserap tanaman lebih cepat dibandingkan dengan nitrogen anorganik. Koprivova *et al.* (2000) melaporkan bahwa kasein hidrolisat menjadi satu-satunya sumber nitrogen pada pertumbuhan kalus tembakau dengan konsentrasi kasein hidrolisat 4 g/L dapat merangsang pertumbuhan kalus.

Kasein hidrolisat merupakan senyawa organik kompleks yang mengandung berbagai asam amino ditambahkan dalam media kultur jaringan sebagai sumber N untuk peningkatan pertumbuhan akar rambut serta biosintesis senyawa protein aktif. Sukma *et al.* (2003) menyatakan bahwa penambahan kasein hidrolisat ke dalam media sampai dengan 100 mg/L nyata meningkatkan kadar protein akar rambut dibandingkan dengan kontrol. Akan tetapi, penambahan kasein hidrolisat dengan konsentrasi 150 mg/L menurunkan kadar protein. Crocomo *et al.* (1976) menyatakan bahwa pemberian kasein hidrolisat pada konsentrasi 2 g/L sebagai satu-satunya sumber nitrogen yang dapat meningkatkan produksi kalus pada tanaman kacang merah. Kandungan yang terdapat pada kasein hidrolisat disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kasein Hidrolisat (Aldrich, 2013)

Kandungan	Satuan
Kelembaban	3,5 %
Total Nitrogen	50,3%
Khlorida	0,8 %
Besi	< 50 ppm
Kelarutan	25 g/l
Total Nitrogen Amino	12,8%
Natrium	2,8 %

Kalsium	0,10%
pH	6,6
Ammonia	0,9

Nitrogen merupakan salah satu unsur hara esensial bagi tanaman. Nitrogen diserap oleh tanaman dalam bentuk ion amonium (NH_4^+) dan ion nitrat (NO_3^-) yang terdapat dalam larutan tanah, bersifat mobil dan diikat oleh partikel tanah. Lingga dan Marsono (2008) menyatakan bahwa peranan nitrogen bagi tanaman adalah untuk merangsang pertumbuhan secara keseluruhan khususnya batang, cabang, dan daun, serta mendorong terbentuknya klorofil sehingga daunnya menjadi hijau, yang berguna bagi proses fotosintesis. Nitrogen berfungsi mempercepat pertumbuhan tanaman, menjadikan daun tanaman menjadi lebih hijau dan segar serta banyak mengandung butir-butir hijau daun yang penting dalam proses fotosintesis. Selain itu nitrogen mempunyai fungsi dapat menambah kandungan protein dalam tanaman. Hampir pada semua berbagai jenis tanaman, nitrogen merupakan pengatur terhadap penggunaan kalium, fosfat dan bahan penyusun lainnya (Anonymous, 2013).

Tanaman yang kekurangan nitrogen akan tumbuh kerdil, daun hijau kekuning-kuningan dan mudah rontok, akan tetapi jika kelebihan nitrogen, tanaman akan mudah rebah dan mudah terserang penyakit. Cardenas dan Campo (2007) menyatakan bahwa resorpsi nitrogen bervariasi untuk setiap jenis tumbuhan yang berkisar antara 16–42%, sedangkan Singh *et al.* (2005) menyatakan bahwa rata-rata tumbuhan menyerap nitrogen dan fosfor sekitar 50% ke bagian daun, namun variasi tiap jenis berkisar antara 5–80% nitrogen daun dan 0–95% fosfor daun.

Komposisi campuran asam amino yang terdapat pada kasein hidrolisat Sumber nitrogen organik yang paling banyak digunakan dalam media kultur adalah asam amino campuran kasein hidrolisat, L-glutamin, L-asparagin, dan adenin (Junov, 2013). Casein hydrolysate yang umum digunakan pada media tanam disajikan pada Gambar 3. Komposisi asam amino disajikan pada Tabel 2.



Gambar 3. Botol Kemasan Casein Hydrolysate (Technology, 2013)

Tabel 2. Komposisi Asam Amino (Aldrich, 2013)

Asam Amino	Satuan (mg/g)
Lysine	61,1
Histidine	13,3
Arginine	30,2
Asparatic Acid	8,7
Threonine	21,5
Serine	28,7
Glutamic Acid	38,6
Proline	7,4
Glycine	4,4
Alanine	16,8
Cystine	NC
Valine	36,4
Methionine	22,7

Isoleucine	71,9
Leucine	71,9
Tyrosine	14,0
Phenylalanine	33,0
Tryptophan	8,6
Glutamina	NC
Asparagina	NC

2.6 Macam-Macam Asam Amino

Endosimo (2012) menyatakan bahwa asam amino terdiri dari 20 jenis yang terhubung membentuk sekuens linear melalui ikatan peptida antara gugus amino dari salah satu asam amino dengan gugus karboksil dari asam amino sebelumnya. Semua asam amino yang ditemukan di dalam protein merupakan asam amino α , gugus amino dan gugus karboksil keduanya terikat pada atom karbon α yang sama.

1. Glisina (Asam 2-aminoetanoat) ($C_2H_5NO_2$)

Glisina merupakan asam amino yang mudah menyesuaikan diri dengan berbagai situasi karena strukturnya sederhana. Secara umum protein tidak banyak mengandung glisina. Pengecualiannya ialah pada kolagen yang dua per tiga dari keseluruhan asam aminonya adalah glisina. Glisina atau asam aminoetanoat adalah asam amino alami paling sederhana.

2. Alanina (Asam (S)-2-aminopropanoat) ($C_3H_7NO_2$)

Alanin (Ala) atau asam 2-aminopropanoat merupakan salah satu asam amino bukan esensial. Bentuk yang umum di alam adalah L-alanin (S-alanin) meskipun terdapat pula bentuk D-alanin (R-alanin) pada dinding sel bakteri dan sejumlah antibiotika. Alanina dapat berperan dalam pengenalan substrat atau spesifisitas, khususnya dalam interaksi dengan atom nonreaktif seperti

karbon. Dalam proses pembentukan glukosa dari protein, alanina berperan dalam daur alanina.

3. Valina (Asam S-2-amino-3-metil-butanoat) ($C_5H_{11}NO_2$)

Valina adalah salah satu dari 20 asam amino penyusun protein yang dikode oleh DNA. Dalam ilmu gizi, valina termasuk kelompok asam amino esensial. Sifat valina dalam air adalah hidrofobik ("takut air") karena ia tidak bermuatan. Valina diproduksi dengan menggunakan treonin sebagai bahan baku. Sumber pangan yang kaya akan valina mencakup produk-produk pertanian seperti biji-bijian yang mengandung minyak misalnya kacang tanah, wijen dan lentil.

4. Leusina (Asam S-2-amino-4-metil-pentanoat) ($C_6H_{13}NO_2$)

Leusina merupakan asam amino yang paling umum dijumpai pada protein. Ada dugaan bahwa leusina berperan dalam menjaga perombakan dan pembentukan protein.

5. Isoleusina (Asam 2S,3S-2-amino-3-metilpentanoat) ($C_6H_{13}NO_2$)

Isoleusina adalah satu dari asam amino penyusun protein yang dikode oleh DNA. Rumus kimianya sama dengan leusin hidrofobik (tidak larut dalam air).

6. Serina (Asam S-2-amino-3-hidroksiopropanoat) ($C_3H_7NO_3$)

Serina merupakan asam amino penyusun protein. Serina penting bagi metabolisme karena terlibat dalam biosintesis senyawa-senyawa purin dan pirimidin, sistein, triptofan (pada bakteri), dan sejumlah besar metabolit lain. Sebagai penyusun enzim, serina sering memainkan peran penting dalam fungsi katalisator enzim. Serina diketahui berada pada bagian aktif kimotripsin, tripsin, dan banyak enzim lainnya. Sebagai penyusun protein non-enzim, rantai sampingnya dapat mengalami glikolisasi.

7. Treonina (Asam 2S,3R-2-amino-3-hidroksibutanoat) ($C_4H_9NO_3$)

Treonina merupakan salah satu dari 20 asam amino penyusun protein. Kehadiran enzim treonina-kinase dapat menyebabkan fosforilasi pada treonina, menghasilkan fosfotreonina, senyawa antara penting pada biosintesis metabolit sekunder. Treonina banyak terkandung pada produk-produk dari susu, daging, ikan, dan biji wijen.

8. Asam aspartat (Asam 2S-2-aminobutandioat) ($C_4H_7NO_4$)

Asam aspartat bersifat asam, dan dapat digolongkan sebagai asam karboksilat. Asparagin merupakan asam amino analognya karena terbentuk melalui aminasi aspartat pada satu gugus hidroksilnya. Senyawa ini juga merupakan produk dari daur urea dan terlibat dalam glukoneogenesis.

9. Asam glutamat (Asam 2S-2-aminopentandioat) ($C_5H_9NO_4$)

Garam turunan dari asam glutamat, yang dikenal sebagai mononatrium glutamat (dikenal juga sebagai monosodium glutamat, MSG, vetsin atau micin), sangat dikenal dalam dunia boga Indonesia maupun Asia Timur lainnya sebagai penyedap masakan.

10. Asparagina (Asam 2S-2-amino-3-karbamoil- propanoat) ($C_4H_8N_2O_3$)

Asparagin merupakan analog dari asam aspartat dengan penggantian gugus karboksil oleh gugus karboksamid. Asparagin bersifat netral (tidak bermuatan) dalam pelarut air. Fungsi biologi asparagina diperlukan oleh sistem saraf untuk menjaga kesetimbangan dan dalam transformasi asam amino. Asparagin berperan juga dalam sintesis amonia.

11. Glutamina (Asam 2S-2-amino-4-karbamoil-butanoat) ($C_5H_{10}N_2O_3$)

Glutamina merupakan bagian penting dari asimilasi nitrogen yang berlangsung pada tumbuhan. Amonia yang diserap tumbuhan atau hasil reduksi nitrit diikat oleh asam glutamat menjadi glutamina dengan bantuan enzim glutamin sintetase atau GS. Semakin tinggi aktivitas enzim glutamin sintesis pada daun maka kandungan garam pada tanaman semakin rendah. Hal ini dapat terjadi karena proses metabolisme pada tanaman tidak seimbang. Tanaman murbei mengalami stres garam akibat adanya peningkatan glutamin sintesis yang signifikan. Efek dari garam adalah dapat menghambat asimilasi CO_2 fotosintesis dan peningkatan katabolisme protein dan mendorong peningkatan glisi daur ulang NH_3 dari fotorespirasi.

12. Arginina (AsamS-2-amino-5-(diamino metilidenamino pentanoat) ($C_6H_{14}N_4O_2$)

Asam amino arginin memiliki kecenderungan basa yang cukup tinggi akibat ekresi dua gugus amina pada gugus residunya. Arginina memiliki peranan sebagai substrat pembentukan NO. Molekul ini merupakan medistor yang berperan pada proses-proses biologi, fisiologi dan imunologi.

13. Histidina (AsamS-2-amino-3-(3H-imidazol-4-il) propanoat) ($C_6H_9N_3O_2$)

Histidin memiliki peranan penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Histidin berfungsi sebagai ligan logam atau pengikat untuk membantu penyerapan kalsium dan pembentukan hormon.

14. Lisina (Asam S-2,6-diaminoheksanoat) ($C_6H_{14}N_2O_2$)

Lisina merupakan asam amino penyusun protein dalam pelarut air yang bersifat basah seperti histidin. Dengan kata lain protein tersebut tersusun atas asam-asam amino yang saling berikatan. Biji-bijian serealial terkenal miskin akan lisina. Sebaliknya, biji polong-polongan kaya akan asam amino ini.

15. Sisteina (Asam 2R-2-amino-3-sulfanil-propanoat) ($C_3H_7NO_2S_1$)

Atom S ini terdapat pada gugus *tiol* (dikenal juga sebagai sulfhidril atau *merkaptan*). Karena memiliki atom S, sisteina menjadi sumber utama dalam sintesis senyawa-senyawa biologis lain yang mengandung belerang. Sisteina dan metionin pada protein juga berperan dalam menentukan konformasi protein karena adanya ikatan hidrogen pada gugus tiol.

16. Metionina (Asam S-2-amino-4-(metilsulfanil)-butanoat) ($C_5H_{11}NO_2S$)

Asam amino ini penting dalam sintesis protein (dalam proses transkripsi, yang menerjemahkan urutan basa nitrogen di DNA untuk membentuk RNA) karena kode untuk metionina sama dengan kode awal (start) untuk suatu rangkaian RNA. Biasanya, metionina awal ini tidak akan terikat dalam protein yang kelak terbentuk karena dibuang dalam proses pascatranskripsi. Asam amino ini bagi manusia bersifat esensial, sehingga harus dipasok dari bahan pangan. Sumber utama metionina adalah buah-buahan, daging (ayam, sapi, ikan), susu (susu murni, beberapa jenis keju), sayuran (*spinach*, bayam, bawang putih, jagung), serta kacang-kacangan (kapri, pistacio, kacang mete, kacang merah, tahu, tempe).

17. Prolina (Asam S-pirolidin-2-karboksilat) ($C_5H_9NO_2$)

Prolina merupakan satu-satunya asam amino dasar yang memiliki dua gugus samping yang terikat satu-sama lain (gugus amino melepaskan satu atom H untuk berikatan dengan gugus sisa). Akibat strukturnya ini, prolina hanya memiliki gugus amina sekunder (-NH-). Fungsi terpenting prolina tentunya adalah sebagai komponen protein. Sel tumbuh-tumbuhan tertentu yang terpapar kondisi lingkungan yang kurang cocok (misalnya kekeringan)

akan menghasilkan prolina untuk menjaga keseimbangan osmotik sel. Prolina dibuat dari asam L-glutamat dengan prekursor suatu asam imino.

18. Fenilalanina (Asam 2-amino-3-fenil-propanoat) ($C_9H_{11}NO_2$)

Fenilalanina merupakan asam amino penting dan banyak terdapat pada makanan, yang bersama-sama dengan asam amino tirosin dan triptofan merupakan kelompok asam amino aromatik yang memiliki cincin benzena.

19. Tirosina (Asam S-2-amino-3-(4-hidroksi-fenil)-propanoat) ($C_9H_{11}NO_3$)

Tirosina (dari bahasa Yunani *tyros*, berarti keju, karena ditemukan pertama kali dari keju) merupakan satu dari 20 asam amino penyusun protein. Tirosina memiliki satu gugus fenol (fenil dengan satu tambahan gugus hidroksil). Bentuk yang umum adalah L-tirosin (*S*-tirosin) yang juga ditemukan dalam tiga isomer struktur: para, meta, dan orto. Pembentukan tirosina menggunakan bahan baku fenilalanin oleh enzim Phe-hidroksilase. Enzim ini hanya membuat para-tirosina. Dua isomer yang lain terbentuk apabila terjadi “serangan” dari radikal bebas pada kondisi oksidatif tinggi (keadaan stress). Dalam transduksi signal, tirosina memiliki peran kunci dalam pengaktifan beberapa enzim tertentu melalui proses fosforilasi (membentuk fosfotirosina).

20. Triptofan (Asam S-2-amino-3-(1H-indol-3-il)-propanoat) ($C_{11}H_{12}N_2O_2$)

Triptofan merupakan satu dari 20 asam amino penyusun protein yang bersifat esensial. Bentuk yang umum pada mamalia adalah, seperti asam amino lainnya, L-triptofan. Gugus fungsional yang dimiliki triptofan, indol, tidak dimiliki asam-asam amino dasar lainnya.

2.7 Peranan Nitrogen terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman

Nitrogen adalah unsur yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Nitrogen merupakan bagian dari protein, bagian penting konstituen dari protoplasma, enzim, agen katalis biologis yang mempercepat proses kehidupan. Nitrogen juga hadir sebagai bagian dari nukleoprotein, asam amino, amina, asam gula, polipeptida dan senyawa organik dalam tumbuhan. Dalam rangka untuk menyiapkan makanan untuk tanaman, tanaman membutuhkan klorofil, energi sinar matahari untuk membentuk karbohidrat dan lemak dari CO_2 , air dan senyawa nitrogen (Akbar, 2013).

Trautmann *et al.* (2007) menyatakan bahwa senyawa Nitrogen di dalam tanah terdapat dalam 2 bentuk, yaitu nitrogen organik seperti protein, asam amino, urea dan nitrogen anorganik termasuk di dalamnya ammonium (NH_4^+), gas ammonia (NH_3^+), nitrit (NO_2^-), dan nitrat (NO_3^-). Dari kedua bentuk senyawa nitrogen tersebut ada yang larut dalam air dan ada yang tidak, ada yang bersifat mobile dan ada yang bersifat immobile, dan ada yang dapat diserap langsung oleh tanaman dan ada yang tidak. Nitrogen di dalam tanah sendiri terbentuk secara kontinyu melalui reaksi fisika, kimia dan biologi yang kompleks dan biasa disebut daur Nitrogen. Nitrogen diserap oleh tanaman dalam bentuk NO_3^- (nitrat) atau NH_4^+ (ammonium). Jumlahnya tergantung kondisi tanah, nitrat lebih banyak terbentuk jika tanah hangat, lembab, dan aerasi baik. Penyerapan nitrat lebih banyak pada pH rendah sedangkan ammonium pada pH netral. Senyawa nitrat umumnya bergerak menuju akar karena aliran massa, sedangkan senyawa ammonium karena bersifat tidak mobil sehingga selain melalui aliran massa juga melalui difusi (Roesmarkam dan Yuwono, 2002).

Hasil penelitian Hasanudin *et al.* (2006) menunjukkan bahwa peningkatan dosis pupuk N dari 0 – 13,755 g/tanaman akan diikuti peningkatan serapan N rata-rata sebesar 1,170 g/tanaman. Namun peningkatan dosis pupuk N lebih dari 13,755 g/tanaman justru diikuti menurunnya serapan N oleh tanaman hingga 0,795 g/tanaman. Hal ini diduga disebabkan oleh kejenuhan akibat pemupukan yang berlebihan sehingga akan menurunkan serapan dan efisiensi serapan N. Kelebihan unsur N dapat menyebabkan kualitas buah menurun, produksi menurun dan keracunan pada tanaman. Sedangkan pada tanaman yang kekurangan unsur N dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman kerdil, warna daun menguning, produksi menurun, fase pertumbuhan berhenti dan tanaman mati.

Nitrogen dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar, umumnya menjadi faktor pembatas pada tanah-tanah yang tidak dipupuk. Kadar Nitrogen rata-rata dalam jaringan tanaman adalah 2% - 4% berat kering. Dalam tanah, kadar Nitrogen sangat bervariasi tergantung pada pengelolaan dan penggunaan lahan tersebut. Untuk pertumbuhan yang optimum selama fase vegetatif, pemupukan N harus diimbangi dengan pemupukan unsur lain. Sebagai contoh, penyerapan nitrat untuk sintesis menjadi protein dipengaruhi ketersediaan K^+ (Roesmarkam dan Yuwono,

2002). Nitrogen yang tidak sempurna diserap oleh akar sehingga keberadaannya dalam tanaman terlalu rendah akan menurunkan aktifitas sitokinin. Turunnya aktifitas sitokinin tersebut menyebabkan terganggunya metabolisme protein di daun karena sitokinin akan bertindak sebagai regulator dalam pembentukan senyawa protein tanaman. Sedangkan gugus Nitrogen organik pada glutamat dan glutamin dapat digunakan untuk sintesis amida lain, sebagaimana ureida, asam amino dan senyawa dengan berat molekul (BM) tinggi seperti protein (Marschner, 1995). Nitrogen juga penting sebagai penyusun enzim yang sangat besar peranannya dalam proses metabolisme tanaman, karena enzim tersusun dari protein. Sebagai pelengkap bagi peranannya dalam sintesa protein, Nitrogen merupakan bagian tak terpisahkan dari molekul klorofil dan karenanya suatu pemberian N dalam jumlah cukup akan mengakibatkan pertumbuhan vegetatif yang vigor dan warna hijau segar (Sunu dan Wartoyo, 2006).

