

Pengaruh Pemberian Asam Humat, Asam Fulvat, dan Pupuk Hayati pada Media Tanam terhadap Beberapa Sifat Kimia Tanah, Hasil, dan Kualitas Buah Stroberi (*Fragaria ananassa*)

Mieke Rochimi Setiawati^{1*}, Nadia Rachelita², Betty Natalie Fitriatin¹, Anne Nurbaity¹, Anni Yuniarti¹, Pujawati Suryatmana¹, dan Reginawanti Hindersah¹

¹Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

²Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

Jl. Raya Bandung-Sumedang KM 21, Kampus Jatinangor, Jatinangor 45363

*Alamat korespondensi: m.setiawati@unpad.ac.id

INFO ARTIKEL

ABSTRACT/ABSTRAK

Diterima: 10-05-2023

Direvisi: 14-07-2023

Dipublikasi: 14-08-2023

Effect of Humic Acid, Fulvic Acid, and Biofertilizers Application to the Growth Media on Some Soil Chemical Properties, Yield, and Quality of Strawberry Fruit (*Fragaria ananassa*)

Keywords:
Biofertilizer, Fulvic acid, Humic acid, Nitrogen

The application of humic substances and biofertilizer is known to be able to improve the physical, chemical, and biological properties of the growing media and therefore can reduce the dose of inorganic fertilizer usage. This study aimed to determine the effect of application of organic compound which contains humic acid, fulvic acid, and biofertilizer on the total N and the total P in the growing media, as well as yield, and quality of strawberry fruit. The experiment was conducted in a screen house strawberry garden in Cisarua, Lembang District, West Java. This study used a Randomized Block Design (RBD) with seven treatments. The treatments consisted of organic compound containing 2% humic acid at dosage of 0.9 kg/ha, organic compound containing 1% fulvic acid at dosage of 1 l/ha, biofertilizer Bion Up at 3 l/ha, combination of the three ingredients, to each treatment was also given dose of NPK fertilizer 16:16:16 with dose 125 kg/ha and only NPK fertilizer as a control. The results showed that the combination of humic acid, fulvic acid, biofertilizer, and NPK fertilizer gave better results in increasing total N (1.27%) and total P (5.88%) of the growing media, and strawberry fruit weight per plant (34.97 g) compared to other treatments.

Kata Kunci:
Asam fulvat, Asam humat, Pupuk hayati, Nitrogen

Aplikasi senyawa organik yang mengandung asam humat dan pupuk hayati dilaporkan mampu meningkatkan sifat fisik, kimia, dan biologi media tanam, meningkatkan hasil tanaman, serta mengurangi dosis pupuk anorganik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi senyawa organik yang mengandung asam humat, asam fulvat, dan pupuk hayati terhadap N-total dan P-total pada media tanam, serta hasil buah pada tanaman stroberi. Percobaan dilaksanakan di rumah kaca kebun stroberi di Cisarua, Kecamatan Lembang, Provinsi Jawa Barat. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tujuh perlakuan. Perlakuan percobaan terdiri dari senyawa organik yang mengandung 2% asam humat dengan dosis 0,9 kg/ha, senyawa organik yang mengandung 1% asam fulvat 1 l/ha, pupuk hayati Bion Up 3 l/ha, berbagai kombinasi asam humat, asam fulvat dan pupuk hayati, pada masing-masing perlakuan ditambahkan pupuk NPK 16:16:16 sebanyak 125 kg/ha, serta perlakuan kontrol berupa pupuk NPK 125 kg/ha. Hasil percobaan menunjukkan kombinasi asam humat, asam fulvat,

pupuk hayati, dan pupuk NPK memberikan hasil yang lebih baik dalam meningkatkan N-total (1,27%) dan P-total (5,88%) media tanam, serta bobot buah stroberi per tanaman (34,97 g) dibandingkan perlakuan lainnya.

PENDAHULUAN

Stroberi merupakan tanaman buah dengan nilai ekonomi yang cukup tinggi karena rasanya yang cukup manis, warna dan bentuk buah yang menarik, serta komposisi gizi, vitamin, dan anti oksidan yang tinggi (Karina *et al.*, 2012). Pengembangan budidaya stroberi di negara-negara subtropis telah menjadi salah satu sumber devisa negara. Kini pola dan sistem pengembangan budidaya stroberi telah dipadukan dengan sektor pariwisata sebagai tempat agrowisata yang menarik banyak pengunjung. Demikian pula yang terjadi di beberapa daerah pertanian di Pulau Jawa dengan ketinggian lebih dari 1000 m banyak dimanfaatkan untuk budidaya tanaman stroberi. Tanaman stroberi sebagai tanaman subtropis dapat beradaptasi di dataran tinggi daerah tropis dengan suhu 14-24 °C (Balitjestro, 2016). Maka dari itu, budi daya stroberi di Indonesia banyak diusahakan di dataran tinggi seperti Ciwidey, Lembang, Sukabumi, dan Cianjur.

Budidaya stroberi di Indonesia sudah ada sejak zaman kolonisasi Belanda, meskipun saat itu masih dalam skala kecil (Rahmat, 1998). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2023), produktivitas stroberi pada tahun 2021 di Jawa Barat mencapai 6.457 ton dengan luas panen sebesar 337 hektar. Produktivitas tanaman stroberi masih dapat ditingkatkan dengan menambahkan berbagai sumber nutrisi berasal dari pupuk organik maupun anorganik yang diaplikasikan pada media tanam agar tanaman stroberi tumbuh dengan optimal.

Media tanam dengan bahan organik yang umum digunakan untuk budidaya stroberi yaitu campuran cocopeat dan pupuk kandang dengan perbandingan 2:1. Media tanam tersebut mengandung C organik yang tinggi, namun ketersediaan hara makro lainnya seperti N, P, dan K masih rendah. Padahal unsur-unsur hara tersebut sangat dibutuhkan dalam pertumbuhan tanaman dan kebutuhannya tidak dapat digantikan oleh unsur lainnya, sehingga perlu adanya manajemen pemupukan yang efektif. Pemupukan dengan pupuk anorganik mampu menyuplai unsur hara makro dalam jumlah yang banyak, namun apabila pupuk anorganik digunakan terus menerus dapat mencemari lingkungan, terlebih lagi karena buah

stroberi memiliki kulit luar yang tipis tentunya menjadi riskan untuk dikonsumsi bila buah terpapar residu pupuk anorganik. Oleh karena itu, perlunya pemanfaatan dan pengembangan aplikasi pupuk organik dan pupuk hayati untuk mengurangi dosis pemakaian pupuk anorganik terutama hara makro nitrogen yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman stroberi sehingga akan menghasilkan buah stroberi yang berkualitas.

Nitrogen merupakan unsur hara makro esensial yang sangat dibutuhkan dalam pertumbuhan dan perkembangan stroberi yang keberadaannya tidak dapat digantikan oleh unsur hara lain. Nitrogen berperan dalam merangsang pertumbuhan tanaman sehingga sangat dibutuhkan khususnya pada fase vegetatif. Kekurangan N dapat menyebabkan pertumbuhan lambat, daun hijau kekuningan, daun tua cepat menguning dan mati. Bentuk N organik dapat ditemukan dalam bahan organik dan humus (Mindari dkk., 2017). Humus merupakan bahan-bahan organik tanah yang telah terdekomposisi secara alamiah dan terdiri dari tiga komponen yaitu asam humat, asam fulvat, dan humin. Asam humat dan asam fulvat merupakan hasil ekstraksi humus yang baik bagi pertumbuhan tanaman dalam meningkatkan permeabilitas membran sel, aktivitas respirasi, fotosintesis, oksigen, serapan hara, dan volume akar (Husein *et al.*, 2015; Rafeii & Pakkish, 2014).

Berdasarkan hasil penelitian Ameri & Ali (2012), aplikasi asam humat 1-2 g/l secara fertisasi mampu meningkatkan serapan N dan P pada tanaman stroberi yang dibudidayakan di dalam greenhouse. Lebih lanjut dilaporkan pula bahwa penambahan asam humat 1,5 – 3 g/l yang disemprotkan ke daun menghasilkan peningkatan jumlah dan berat buah per tanaman, kadar kemanisan buah, dan kekerasan buah stroberi yang menggunakan media tanam yang terdiri dari campuran perlite dan cocopeat. Yang *et al.* (2013) melaporkan bahwa asam fulvat terbukti meningkatkan ketersediaan P pada tanah masam. Demikian pula dengan Husein *et al.* (2015) yang melaporkan bahwa penambahan asam fulvat 4% dapat meningkatkan kandungan N-total, dan P-total dalam tanah, serta memacu pertumbuhan tanaman tomat yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Penelitian dengan periode waktu

cukup panjang selama 3 tahun terhadap pengaruh pemberian asam humat pada tanaman kacang menunjukkan bahwa aplikasi asam humat dapat memperbaiki berbagai sifat tanah, seperti kandungan N total dalam tanah, P total, ketersediaan N, P dan K dalam tanah serta meningkatkan kandungan bahan organik (Li *et al.*, 2019). Humus mengandung C-organik yang tinggi sehingga dapat dimanfaatkan oleh mikroba sebagai sumber energinya. Li *et al.* (2019) juga melaporkan peningkatan aktivitas mikroba yang menguntungkan pada tanah yang diberi perlakuan asam humat.

Selain humus, pemberian pupuk hayati juga dilaporkan dapat meningkatkan kandungan nutrisi dalam tanah. Maryanto & Ismail (2010) menyatakan bahwa pemberian pupuk hayati dan batuan fosfat meningkatkan P total dalam media tanam. Selain itu dilaporkan pula bahwa aplikasi *Azotobacter* dan *Azospirillum* selain dapat mengurangi penggunaan pupuk juga dapat meningkatkan kandungan nutrisi dalam tanah (Mitter *et al.*, 2021). Abdel-Razzak and El-Sharkawy (2013) menyatakan bahwa kombinasi antara bahan humat dan pupuk hayati dapat menjadi faktor penting dalam mengurangi penggunaan pupuk kimia, menyediakan kebutuhan hara tanaman, memperbaiki sifat-sifat media tanam, serta guna memperoleh hasil dan kualitas panen yang lebih baik. Selanjutnya dilaporkan pula oleh Savarese *et al.* (2022) kombinasi asam humat dan konsorsium berbagai mikroba selain meningkatkan produktivitas selada juga meningkatkan kemampuan tanaman dalam menyerap nutrisi. Banyaknya keunggulan pada pemberian asam humat, asam fulvat, dan pupuk hayati baik tunggal maupun kombinasi, namun masih belum ada riset mengenai pemanfaatan mikroba fungsional dari pupuk hayati yang dikombinasikan dengan asam humat, asam fulvat. Khususnya di Indonesia aplikasi pupuk hayati dengan bahan asam humat belum banyak dilakukan sehingga perlu pengembangan riset dalam konteks ini.

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian yang dilakukan bertujuan mengetahui pengaruh asam humat, asam fulvat, dan pupuk hayati secara tunggal atau kombinasinya terhadap terhadap N-total dan P-total media tanam, serta hasil dan kualitas buah stroberi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat informasi dan rekomendasi kepada para peneliti ataupun petani terhadap pemanfaatan substansi humus dan pupuk hayati khususnya pada tanaman stroberi.

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilakukan di *screenhouse* milik CV. Bumi Agroteknologi, Cisarua, Lembang, Kabupaten Bandung Barat dengan ketinggian 1250 m dpl. Analisis kimia media tanam dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah dan Nutrisi Tanaman Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Media tanam yang digunakan adalah campuran cocopeat dan pupuk kandang dengan perbandingan 2:1, mengandung C-organik 39,19%, N-total 1,19%, P-total 0,003%, K total 0,04%, pH 5,86, dan EC 1,04 mS/m². Analisis mikroba tanah dilakukan di Laboratorium Biologi Tanah Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Hasil analisis awal pada media tanam, total populasi bakteri pemfiksasi nitrogen (BPN) adalah 56×10^4 CFU/g sementara untuk bakteri pelarut fosfat tidak ditemukan. Dalam hal ini tidak ada bakteri pelarut fosfat yang tumbuh pada media Pikovskaya.

Alat-alat yang digunakan dalam percobaan ini adalah timbangan digital, selang, polibeg ukuran 5 kg, *refractometer brix*, peralatan laboratorium, *thermohydrometer*. Bahan-bahan yang digunakan dalam percobaan ini yaitu tanaman stroberi (*Fragaria ananassa* cv. Festival) yang berumur 90 HST, senyawa organik yang mengandung asam humat “K-Mate SG”, senyawa organik yang mengandung asam fulvat “Novelgro”, pupuk hayati konsorsium “Bion Up” dari Laboratorium Biologi Tanah Fakultas Pertanian Unpad yang mengandung *Azotobacter chroococcum*, *Azotobacter vinelandii*, *Azospirillum* sp., *Acinetobacter* sp., *Pseudomonas cepacia*, dan *Penicillium* sp., pupuk NPK (16:16:16) sebagai pupuk dasar, bahan kimia untuk analisis N-total dan P-total, serta media *James Nitrogen Free malat-Bromthymol* (JNFB) untuk analisis populasi Bakteri Pemfiksasi N (BPN) yang dihitung menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC).

Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas tujuh perlakuan. Masing-masing perlakuan terdiri dari tiga polibeg yang ditanami satu tanaman/polibeg dan tiap perlakuan diulang sebanyak lima kali. Percobaan ini terdiri dari dua unit yaitu unit pertama untuk analisis N-total, P-total, serta menghitung populasi BPN, sedangkan unit kedua untuk menghitung bobot buah dan kadar kemanisan buah, sehingga total perlakuan seluruhnya yaitu 210 satuan percobaan. Tiap perlakuan yang diuji pada penelitian ini dipaparkan dalam Tabel 1. Pemberian dosis asam humat, asam

fulvat, pupuk hayati, serta pupuk anorganik NPK berdasarkan dosis rekomendasi dari produk yang digunakan. Pengambilan sampel untuk uji N-total dilakukan pada saat tanaman stroberi berada pada fase generatif awal yaitu 135 HST. Tanaman stroberi yang dijadikan tanaman uji pada awal penanaman berumur 90 HST, oleh karena itu untuk melihat pengaruh dari perlakuan yang diberikan, nilai N-total dibandingkan dengan perlakuan kontrol.

Tabel 1. Perlakuan percobaan

Kode	Perlakuan
A	Asam humat (0,9 kg/ha) + NPK (125 kg/ha)
B	Asam fulvat (1 l/ha) + NPK (125 kg/ha)
C	Pupuk hayati (3 l/ha) + NPK (125 kg/ha)
D	Asam humat (0,9 kg/ha) + Pupuk hayati (3 l/ha) + NPK (125 kg/ha)
E	Asam fulvat (1 l/ha) + Pupuk hayati (3 l/ha) + NPK (125 kg/ha)
F	Asam humat (0,9 kg/ha) + Asam fulvat (1 l/ha) + Pupuk hayati (3 l/ha) + NPK (125 kg/ha)
G	Kontrol (100% dosis rekomendasi NPK: 125 kg/ha)

Keterangan : Dosis pupuk NPK 125 kg/ha sesuai rekomendasi Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika (2008).

Pengukuran kadar kemanisan buah atau yang biasa disebut dengan kandungan Padatan Terlarut Total (PTT) menggunakan refraktometer dengan satuan brix (%). PTT menunjukkan persentase kandungan sukrosa pada suatu larutan.

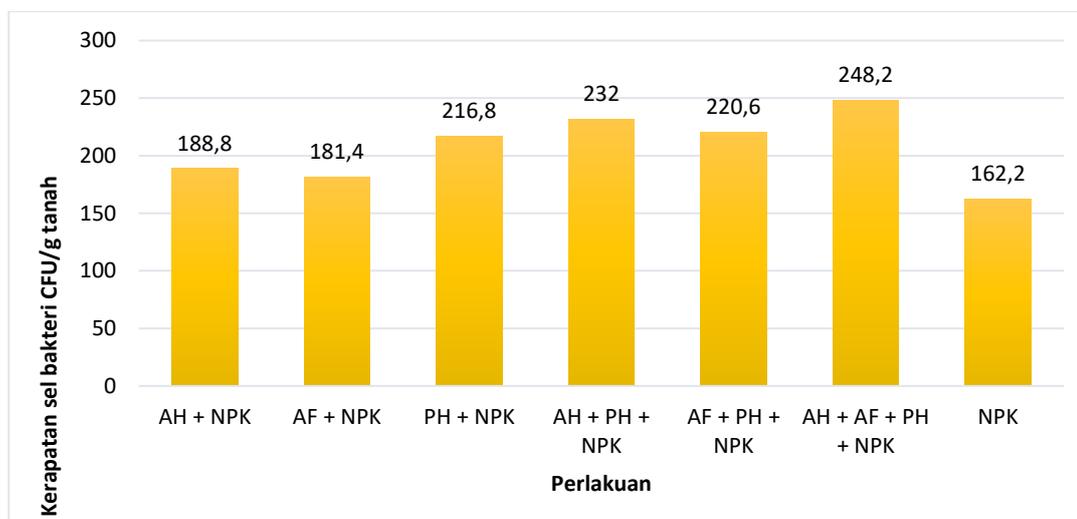
Refraktometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur konsentrasi bahan atau zat terlarut. Brix merupakan unit satuan ukuran kemanisan gula di dalam suatu larutan atau cairan. Satu persen brix setara dengan 1 g gula sukrosa dalam 100 ml air.

Data hasil pengamatan dianalisis dengan analisis varian (ANOVA) menggunakan aplikasi SPSS versi 25.0. Untuk mengetahui perbedaan di antara rata-rata perlakuan dilakukan uji lanjut menggunakan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Populasi Bakteri Pemfiksasi Nitrogen

Bakteri Pemfiksasi Nitrogen (BPN) merupakan salah satu jenis bakteri *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) yang berguna dalam pertumbuhan tanaman karena menghasilkan hormon auksin, sitokinin, dan giberelin. Bakteri ini mampu memfiksasi N di udara dan mengubahnya menjadi bentuk yang dapat diserap oleh tanaman (Hartatik & Widowati, 2007). Berdasarkan hasil perhitungan populasi BPN pada media tanam stroberi yang diberi berbagai perlakuan pupuk, diketahui bahwa perlakuan dengan penambahan pupuk hayati menghasilkan populasi BPN yang lebih tinggi dibandingkan tanpa pupuk hayati. Gambar 1 menunjukkan perlakuan terbaik dalam meningkatkan populasi BPN pada rizosfer adalah perlakuan kombinasi lengkap asam humat + asam fulvat + pupuk hayati + NPK dengan kepadatan populasi BPN mencapai $248,2 \times 10^5$ CFU/g.



Gambar 1. Pengaruh pemberian asam humat (AH), asam fulvat (AF), pupuk hayati (PH) dan kombinasinya yang ditambahkan dengan NPK terhadap populasi Bakteri Pemfiksasi Nitrogen pada media tanam stroberi.

Perlakuan kontrol (NPK tunggal) menghasilkan populasi BPN terendah ($176,8 \times 10^5$ CFU/g) dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini membuktikan bahwa asam humat dan asam fulvat mampu membantu pertumbuhan BPN. Asam humat dan asam fulvat sebagai komponen bahan organik dapat dimanfaatkan oleh bakteri sebagai sumber nutrisi. Bahan humat juga diketahui mampu mendukung pertumbuhan akar sehingga bakteri dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Empat perlakuan dengan populasi BPN tertinggi terdapat pada semua perlakuan yang dikombinasikan dengan pupuk hayati konsorsium.

N-Total Media Tanam

Hasil analisis awal N-total sebelum percobaan sebesar 1,19%. Jika dibandingkan pada hasil analisis N-total sebelum percobaan, maka hasil analisis N-total sesudah aplikasi perlakuan menjadi lebih rendah pada sebagian besar perlakuan seperti yang dapat dilihat pada Tabel 2. Hal ini diduga diakibatkan kandungan N-total yang dianalisis setelah aplikasi perlakuan merupakan kandungan N yang tersisa (residu), dikarenakan unsur N sebagian sudah digunakan oleh mikroorganisme pada media tanam maupun diserap oleh tanaman pada fase vegetatif. Penelitian yang dilakukan oleh Dewi *et al.* (2018) pada tanaman padi mendukung pendugaan tersebut. Dilaporkan bahwa penurunan kandungan N-total dalam tanah disebabkan karena penyerapan oleh tanaman (Dewi *et al.*, 2018).

N-total media tanam dengan nilai yang lebih tinggi ditunjukkan pada perlakuan asam humat + asam fulvat + pupuk hayati + NPK dengan peningkatan sekitar 46% dibandingkan perlakuan kontrol, namun perlakuan tersebut tidak berbeda nyata dengan perlakuan asam humat + pupuk hayati + NPK dan Asam fulvat + Pupuk Hayati + NPK yang menghasilkan peningkatan N-total 32 dan 33% dibandingkan perlakuan kontrol (NPK tunggal).

Perlakuan asam humat + NPK, asam fulvat + NPK, pupuk hayati + NPK, dan perlakuan kontrol tidak berbeda terhadap N-total, hal ini diduga karena aplikasi asam humat, asam fulvat maupun pupuk hayati tunggal tidak akan bekerja dengan optimal dibandingkan dikombinasikan atau diaplikasikan bersama. Hal ini didukung oleh hasil penelitian oleh Eid & Seham (2015) bahwa perlakuan asam fulvat tunggal lebih rendah keefektifannya dalam meningkatkan kadar N dibandingkan perlakuan kombinasi asam humat dan asam fulvat pada media tanam tanaman selada.

Tabel 2. Pengaruh pemberian asam humat, asam fulvat, dan pupuk hayati terhadap kandungan N-total pada media tanam stoberi

Perlakuan	N-total (%)
Asam humat + NPK	1,03 ab
Asam fulvat + NPK	0,85 a
Pupuk hayati + NPK	0,84 a
Asam humat + Pupuk hayati + NPK	1,14 bc
Asam fulvat + Pupuk hayati + NPK	1,16 bc
Asam humat + Asam fulvat + Pupuk hayati + NPK	1,27 c
Kontrol (NPK tunggal)	0,87 a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh notasi huruf yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

Hasil ini sejalan dengan hasil pengujian populasi Bakteri Pemfiksasi Nitrogen yaitu populasi bakteri tersebut semakin tinggi pada perlakuan kombinasi lengkap yaitu perlakuan asam humat + asam fulvat + pupuk hayati + NPK. Sinergitas kinerja asam humat, asam fulvat, dan pupuk hayati mampu meningkatkan kadar N-total pada media tanam. Nitrogen di udara (N_2) difiksasi oleh bakteri fiksasi N bebas aerobik maupun anaerobik dengan bantuan enzim nitrogenase menjadi NH_4^+ (Danapriatna, 2010) sehingga dapat meningkatkan N-total tanah. Bahan humat diketahui mampu menstimulasi perkembangan akar sehingga bakteri dapat tumbuh lebih baik dengan memanfaatkan eksudat akar tanaman dan dapat meningkatkan absorpsi dan pengambilan unsur hara oleh akar (Suwahyono, 2011).

P-Total Media Tanam

Hasil analisis terhadap P-total dalam media tanam yang dapat dilihat pada Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan asam humat + asam fulvat + pupuk hayati + NPK memberikan kandungan P-total yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya, namun berdasarkan hasil analisis statistik, perlakuan tersebut tidak berbeda nyata dengan perlakuan asam humat + pupuk hayati + NPK. Hal tersebut diduga bahwa potensi asam humat dalam meningkatkan P-total lebih baik dibandingkan dengan asam fulvat. Hal ini juga didukung oleh hasil analisis statistik yang menunjukkan perlakuan kontrol dengan perlakuan asam fulvat + NPK tunggal tidak berbeda nyata. Namun apabila dibandingkan dengan analisis awal P-total media tanam yaitu sebesar 0,003 %, maka semua

perlakuan mengalami kenaikan yang sangat signifikan.

Tabel 3. Pengaruh aplikasi asam humat, asam fulvat, dan pupuk hayati terhadap P-total dalam media tanam stroberi

Perlakuan	P-total (% P ₂ O ₅)
Asam humat + NPK	4,91c
Asam fulvat + NPK	4,10 a
Pupuk hayati + NPK	4,66 b
Asam humat + Pupuk hayati + NPK	5,86 d
Asam fulvat + Pupuk hayati + NPK	5,02 c
Asam humat + Asam fulvat + Pupuk hayati + NPK	5,88 d
Kontrol (NPK tunggal)	3,90 a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh notasi huruf yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

Peningkatan kandungan P-total yang signifikan pada perlakuan asam humat + asam fulvat + pupuk hayati + NPK dan asam humat + pupuk hayati + NPK diduga karena kinerja bahan humat dan pupuk hayati mampu menyediakan unsur hara serta meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan akar (Suwahyono, 2011). Da Silva *et al.* (2021) menyatakan bahwa asam humat dapat menstimulasi sistem akar dengan meningkatkan jumlah dan panjang akar lateral dan rambut akar sehingga akar lebih dapat mengeksplorasi tanah yang pada akhirnya meningkatkan ketersediaan unsur hara oleh tanaman. Dilaporkan pula bahwa penambahan asam humat ke dalam tanah bersamaan dengan pupuk P secara signifikan meningkatkan jumlah fosfat yang larut dalam air, sangat menghambat pembentukan fosfat yang terjerap dan meningkatkan serapan dan hasil P sebesar 25% (Wang *et al.*, 1995)

Berbeda dengan hasil analisis N-total, peningkatan P-total media tanam jika dibandingkan dengan analisis sebelum percobaan meningkat secara signifikan. Hal ini diduga karena sampel yang diambil untuk uji P-total dengan kondisi tanaman masih dalam fase generatif awal (135 HST), sehingga tanaman belum mengalokasikan P dengan optimal seperti pada fase reproduktif atau fase generatif, dimana pada fase awal generatif unsur P masih tersimpan dalam media tanam dengan jumlah yang cukup tinggi. Semakin banyak kandungan P dalam media tanam, semakin besar sumber P tersedia bagi tanaman. Maka dari itu, kandungan P-total dapat

dikaitkan dengan hasil stroberi, karena unsur P berperan sangat penting dalam fase generatif yaitu pada pembungaan dan pembuahan (Kurnia, 2005). Kekurangan P menyebabkan kualitas dan kuantitas bunga dan buah kurang baik dan menurun.

Humus adalah bahan organik yang memiliki efek bioregulator. Bahan humat yang diaplikasikan ke media tanam khususnya dekat zona perakaran memiliki berbagai efek positif yang berperan sebagai katalisator yang bekerja dalam proses metabolisme pertumbuhan tanaman (Savarese *et al.*, 2022). Humus bukan hanya bermanfaat pada fase vegetatif tanaman namun bermanfaat juga untuk hasil dan kualitas panen (Rafeii & Pakkish, 2014). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian ini, perlakuan kombinasi lengkap asam humat + asam fulvat + pupuk hayati + NPK memberikan hasil yang lebih baik terhadap kandungan unsur hara makro yaitu N dan P pada media tanam.

Hasil Panen Buah Stroberi

Tabel 4 menunjukkan aplikasi asam humat, asam fulvat, dan pupuk hayati memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap bobot buah per tanaman. Berdasarkan hasil analisis statistik terhadap bobot buah per tanaman, tidak ada perbedaan yang nyata antara perlakuan kontrol dengan perlakuan asam humat + NPK, asam fulvat + NPK, dan pupuk hayati + NPK. Hal ini diduga karena kandungan P-total pada perlakuan-perlakuan tersebut, kecuali perlakuan asam humat + NPK, lebih rendah dibandingkan perlakuan dengan kombinasi lebih lengkap yaitu perlakuan asam humat + pupuk hayati + NPK, asam fulvat + pupuk hayati + NPK, dan asam humat + asam fulvat + pupuk hayati + NPK (Tabel 3). Perlakuan asam humat + NPK cukup meningkatkan kandungan P-total, tetapi belum dapat meningkatkan bobot buah lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lain. Unsur P sangat diperlukan tanaman karena fungsinya dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman khususnya pada fase generatif (Kurnia, 2005).

Perlakuan asam humat + asam fulvat + pupuk hayati + NPK sebagai perlakuan dengan kombinasi lengkap merupakan perlakuan dengan hasil yang lebih baik dalam meningkatkan bobot buah per tanaman, jumlah buah, dan bobot satuan buah. Bobot buah per tanaman pada perlakuan kombinasi lengkap tersebut meningkat 71% dibandingkan kontrol. Sinergitas kinerja kompleks antara senyawa organik mengandung asam humat, asam fulvat, dan pupuk hayati dalam memperbaiki dan meningkatkan sifat

fisik, kimia, dan biologi media tanam mampu mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman serta bobot buah stroberi.

Asam humat dan asam fulvat tidak hanya mengatur nutrisi dan perkembangan tanaman, asam organik itu sendiri dapat menjadi sumber nutrisi bagi mikroorganisme. Menurut Stevenson (1994), semua pupuk hayati tidak memiliki kapasitas untuk menahan air dan merangsang sel-sel mati, tetapi asam humat membantu mentransfer zat gizi mikro untuk

tanaman, meningkatkan retensi air, serta meningkatkan perkecambahan biji. Zhang *et al.* (2023) menyatakan bahwa aplikasi senyawa organik yang mengandung asam humat dapat meningkatkan kandungan hormon *Indole Acetic Acid* (IAA) dalam tanaman. Dilaporkan bahwa pada tanaman yang diaplikasikan asam humat tersebut, terdeteksi adanya peningkatan panjang akar, volume akar, dan juga biomassa akar.

Tabel 4. Pengaruh pemberian asam humat, asam fulvat, dan pupuk hayati terhadap hasil buah stroberi

Perlakuan	Bobot buah/ Tanaman (g)	Jumlah buah	Bobot buah (g)	Total panen (g)
Asam humat + NPK	20,72 a	39	7,97	310,85
Asam fulvat + NPK	21,29 a	39	8,19	319,28
Pupuk hayati + NPK	22,23 a	40	8,34	333,52
Asam humat + Pupuk hayati + NPK	31,12 bc	50	9,34	466,83
Asam fulvat + Pupuk hayati + NPK	27,06 bc	47	8,64	405,95
Asam humat + Asam fulvat + Pupuk hayati + NPK	34,97 c	55	9,54	524,51
Kontrol (NPK tunggal)	20,34 a	38	8,03	305,16

Keterangan: Angka yang diikuti oleh notasi huruf yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

Pada penelitian ini kombinasi pupuk hayati dan bahan humat menghasilkan bobot buah stroberi yang sama besar dibandingkan hanya bahan humat dan NPK. Hal tersebut disebabkan bahan humat dapat digunakan sebagai nutrisi untuk mikroba heterotrof dari pupuk hayati. Akibatnya mikroba fungsional tersebut akan berkembang dengan baik dalam melakukan aktivitasnya menambat N dan melarutkan fosfat sehingga ketersediaan nutrisi untuk tanaman stroberi meningkat. Penelitian-penelitian yang telah dilakukan menunjukkan manfaat menggabungkan aplikasi mikroba PGPR dengan bahan humat, yang bertindak sebagai transporter untuk penyesuaian mikroba di lapangan. Sinergi efek ini mendukung peningkatan populasi dan aktivitas mikroba terpilih dan respon baik terhadap pertumbuhan tanaman, sehingga membuka peluang untuk mengembangkan generasi baru pupuk hayati untuk sistem pertanian berkelanjutan.

Kadar Kemanisan Buah

Hasil analisis ragam pemberian asam humat, asam fulvat, dan pupuk hayati menunjukkan semua perlakuan memberikan hasil yang tidak berbeda nyata terhadap kadar kemanisan buah stroberi. Proses pematangan buah secara kimia dimulai dengan

perombakan pektin hemiselulosa dan selulosa oleh enzim pektin metilase dan poligalakturonase menjadi senyawa gula sederhana (glukosa, fruktosa, dan sukrosa), kemudian menurunnya galakturonase dan fenol (tanin) yang menyebabkan berkurangnya rasa sepat pada buah. Pemasakan atau pematangan buah menurunkan asam organik dan senyawa fenolik, sehingga mengurangi rasa sepat, dan menjadi manis (Astuti *et al.*, 2015). Pematangan buah dipengaruhi oleh hormon etilen dengan menimbulkan perubahan pada buah secara fisik dan kimia, seperti perubahan rasa, aroma, tekstur, dan kadar gula (Susilowati, 2008).

Fosfor diketahui dapat mempengaruhi kualitas buah, salah satunya yaitu meningkatkan kadar kemanisan buah. Cao *et al.* (2015) menyatakan bahwa pemberian pupuk P meningkatkan kadar P, dan semakin tinggi kadar P semakin tinggi juga kadar kemanisan buah stroberi. Hasil tersebut berbeda dengan hasil penelitian yang telah dilaksanakan ini dimana kandungan P yang tinggi terlihat tidak mempengaruhi kadar kemanisan buah. Hal ini diduga karena pada penelitian ini, meskipun perlakuan asam humat, asam fulvat, dan pupuk hayati dapat meningkatkan ketersediaan unsur P, akan tetapi penyerapan P serta kemampuan

meningkatkan fitohormon seperti etilen tidak diketahui secara pasti. Hasil penelitian ini juga tidak sejalan dengan hasil penelitian Ferrara & Brunetti (2010) yang melaporkan pengaplikasian asam humat dapat meningkatkan kadar kemanisan buah anggur.

Tabel 5. Pengaruh pemberian asam humat, asam fulvat, dan pupuk hayati terhadap kadar kemanisan buah stroberi

Perlakuan	Brix (%)
Asam humat + NPK	8,6 a
Asam fulvat + NPK	8,3 a
Pupuk hayati + NPK	8,3 a
Pupuk hayati + Asam humat + NPK	8,9 a
Pupuk hayati + Asam fulvat + NPK	8,5 a
Pupuk hayati +Asam humat + Asam fulvat + NPK	8,7 a
Kontrol (NPK tunggal)	8,3 a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh notasi huruf yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

Secara umum, perlakuan kombinasi lengkap asam humat + asam fulvat + pupuk hayati + NPK menunjukkan hasil paling baik pada parameter populasi BPN, kandungan N-total, P-total dan bobot buah. Akan tetapi, berdasarkan hasil analisis statistik, hasil tersebut tidak terlalu signifikan bila dibandingkan dengan perlakuan asam humat + pupuk hayati + NPK. Maka dari itu, berdasarkan segi ekonomi dan efisiensi penggunaannya, maka perlakuan penambahan senyawa organik yang mengandung asam humat + pupuk hayati + NPK dapat diterapkan dalam budidaya stroberi pada *screenhouse*.

SIMPULAN

Pemberian asam humat, asam fulvat, dan pupuk hayati mempengaruhi kadar N-total dan P-total dalam media tanam serta hasil panen buah stroberi. Kombinasi penambahan senyawa organik yang mengandung asam humat pada dosis 0,9 kg/ha, senyawa organik yang mengandung asam fulvat pada dosis 1 l/ha, pupuk hayati Bion Up pada dosis 3 l/ha dan NPK 125 kg/ha dapat memberikan nilai yang lebih tinggi dalam meningkatkan N-total (1,27%) dan P-total (5,88%) dalam media tanam, serta hasil stroberi (34,97 g/tanaman) dibandingkan perlakuan lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Ketua Aliansi Strategis Universitas Padjadjaran (ASUP) Jawa Barat yang telah mendanai kegiatan penelitian ini, dan kepada Diky Indrawibawa, SP. dari CV. Bumi Agroteknologi yang telah memberikan sarana fasilitas di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Razzak, HS, and GA El-Sharkawy. 2013. Effect of biofertilizer and humic acid applications on growth, yield, quality and storability of two garlics (*Allium sativum* L.). *Asian Journal of Crop Science*. 5(1): 48-64.
- Ameri, A, and A Tehranifar. 2012. Effect of humic acid on nutrient uptake and physiological characteristic *Fragaria ananassa* var. Camarosa. *Journal of Biological and Environmental Science*. 6 (16): 77-79.
- Astuti, DP, R Arifah, dan R Hisworo. 2015. Pertumbuhan dan produksi stroberi (*Fragaria vesca* L.) pada volume media tanam dan frekuensi pemberian pupuk NPK berbeda. *Jurnal Agronida*. 1(1): 46-56
- Badan Pusat Statistik. 2023. Strawberry 2021 Provinsi Jawa Barat. Online: <https://jabar.bps.go.id/backend/images/Strawberry-2021-Provinsi-Jawa-Barat-ind.jpeg>
- Balitjestro [Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika]. 2008. Stroberi. Batu: Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika. <http://www.balitjestrosubtropika.com>.
- Cao, F, C Guan, H Dai, X Li, and Z Zhang. 2015. Soluble solids content is positively correlated with phosphorus content in ripening strawberry fruits. *Scientia Horticulturae*. 195: 183-187.
- Danapriatna, N. 2010. Biokimia penambatan nitrogen oleh bakteri non simbiotik. *Jurnal Agribisnis dan Pengembangan Wilayah*. 1 (2): 1-10.
- Da Silva, MSRA, BMS dos Santos, CMRA da Silva, CSRA da Silva, LF de Sousa Antunes, RM dos Santos, CHB Santos, and EC Rigobelo. 2021. Humic acid substances in combination with plant growth-promoting bacteria as an alternative for sustainable agriculture. *Frontiers in Microbiology*. 21: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.719653>

- Dewi, WS, GI Wahyuningsih, J Syamsiyah, and Mujiyo. 2018. Dynamics of N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, and total soil nitrogen in paddy field with azolla and biochar. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 142: 012014.
- Eid, TA, and Seham M.M.A. 2015. Comparative study on the effect of changing the system of surface irrigation to drip irrigation system in the old cultivated lands of the lettuce (*Lactuca sativa*) crop spraying with the organic acids. Annals of Agriculture Science Moshtohor. 53 (4): 643-656.
- Ferrara, G, and G Brunetti G. 2010. Effects of the times of application of a soil humic acid on berry quality of table grape (*Vitis vinifera* L.). Spanish Journal of Agricultural Research. 8 (3): 817-822.
- Hartatik, dan Widowati. 2007. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian Bogor.
- Husein, ME, A El Hassan, and MM Shahein. 2015. Effect of humic, fulvic acid and calcium foliar application on growth and yield of tomato plants. International Journal of Biosciences. 7 (1): 132-140.
- Karina, AR, S Trisnowati, dan D Indradewa. 2012. Pengaruh macam dan kadar kitosan terhadap umur simpan dan mutu buah stroberi (*Fragaria annanassa*). Vegetalika Jurnal. 3 (1). ISSN 2622-7452.
- Kurnia, A. 2005. Petunjuk Praktis Budidaya Stroberi. AgroMedia Pustaka: Jakarta.
- Li, Y, F Fang, J Wei, X Wu, R Cui, G Li, F Zheng, and D Tan. 2019. Humic acid fertilizer improved soil properties and soil microbial diversity of continuous cropping peanut: A three-year experiment. Scientific Reports. 9: 12014.
- Maryanto, J, dan Ismail. 2010. Pengaruh pupuk hayati dan batuan fosfat alam terhadap ketersediaan fosfor dan pertumbuhan stroberi pada tanah andisol. Jurnal Hortikultura Indonesia. 1 (2): 66-73.
- Mindari, W, B Wisnu, dan R Priyadarsini. 2017. Kesuburan Tanah dan Pupuk. Gosyen Publishing: Yogyakarta.
- Mitter, EK, M Tosi, D Obregon, KE Dunfield, and JJ Germida. 2021. Rethinking crop nutrition in times of modern microbiology: Innovative biofertilizer technologies. Frontiers in Sustainable Food System. 5: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.606815>
- Rafeii, S and Z Pakkish. 2014. Improvement of vegetative and reproductive growth of 'Camarosa' strawberry: Role of humic acid, Zn, and B. Agriculturae Conspectus Scientificus. 79 (4): 239-244.
- Rahmat, R. 1998. Budidaya dan Pascapanen Stroberi. Kanisius: Yogyakarta.
- Savarese, C, V Cozzolino, M Verrilo, G Vinci, A de Martino, A Scopa, and A Piccolo. 2022. Combination of humic biostimulants with a microbial inoculum improves lettuce productivity, nutrient uptake, and primary and secondary metabolism. Plant and Soil. 481: 285-314.
- Stevenson, FJ. 1994. Humus Chemistry, Genesis, Composition, Reactions. John Wiley dan Sons, New York.
- Susilowati, YE. 2008. Pengaruh kadar giberelin dan kinetin terhadap pertumbuhan dan hasil beberapa varietas stroberi. Jurnal Penelitian Inovasi. 29 (1): 110-127.
- Suwahyono, U. 2011. Prospek teknologi remediasi lahan kritis dengan asam humat. Jurnal Teknik Lingkungan. 1 (12): 55-65.
- Wang, XJ, ZQ Wang, and SG Li. 1995. The effect of humic acids on the availability of phosphorus fertilizers in alkaline soils. Soil Use and Management. 11(2): 99-102. <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.1995.tb00504.x>
- Yang, S, Z Zhang, L Cong, X Wang, and S Shi. 2013. Effect of fulvic acid on the phosphorus availability in acid soil. Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 13 (3): 526-533.
- Zhang, X, M Goatley, D McCall, K Kosiarski, and F Reith. 2020. Humic acid-based biostimulants impact on root viability and hormone metabolism in creeping bentgrass putting greens. International Turfgrass Society Research Journal. 14(1): 288-294.