

Pengaruh Kombinasi Pupuk Hayati Konsorsium cair dengan Pupuk N, P, K terhadap Populasi *Azotobacter* sp., Serapan N, Bobot Kering dan Hasil Selada (*Lactuca sativa* L.) pada Andisols Lembang

Mieke Rochimi Setiawati¹⁾, Ary Satria Lubis²⁾, Rija Sudirja¹⁾, Pujawati Suryatma¹⁾, Ade Setiawan¹⁾, Diyan Herdiyantoro¹⁾

¹⁾ Departemen Ilmu Tanah dan Sumber daya Lahan, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

²⁾ Alumni Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran
Jl. Raya Bandung Sumedang Km 21 Jatinangor

Korespondensi: m.setiawati@unpad.ac.id

ABSTRACT

*Andisols area is potentially developed as horticulture cultivation area such as lettuce. The low number of productions of lettuce in Indonesia can be optimized by fertilization. The application of biofertilizer is expected to intensify the efficiency of inorganic fertilization through the ability of nitrogen fixation bacteria. The aim of study was evaluating the effect of a combination between liquid biofertilizer consortium with N, P, K fertilizer on N-uptake, population of *Azotobacter* sp., dry biomass, and yield of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in Andisols. This study was done in June 2015 until September 2015 in 2 locations, Balai Besar Pelatihan Pertanian in Kayuambon, Lembang, West Java with an altitude of 2084 meters above sea level and in Soil Biology Laboratory, Soil Science Department, Universitas Padjadjaran. As treatment, seven combination dose of fertilizer A = control (without any fertilizer); B = 100% dosage recommendation of N, P, K; C = liquid biofertilizer consortium 10 L ha⁻¹; D = liquid biofertilizer consortium 10 L ha⁻¹ + 100% dosage recommendation of N, P, K; E = liquid biofertilizer consortium 10 L ha⁻¹ + 75% dosage recommendation of N, P, K; F = liquid biofertilizer consortium 10 L ha⁻¹ + 50% dosage of recommendation of N, P, K; G = liquid consortium biofertilizer 10 L ha⁻¹ + 25% dosage recommendation of N, P, K). The research design was in the complete Randomized Block Design (RBD) with four replications. Regarding the yield performance and population of *Azotobacter* sp. which is better than the other treatments is a treatment with liquid biofertilizer consortium 10 L ha⁻¹ + 50% dosage of recommendation of N, P, K. The significant positive correlation between the yeild of lettuce with dry mass is 96.8% and nitrogen uptake of 84.2%*

Keywords: Andisols, Azotobacter sp., lettuce, liquid consortium biofertilizer

1. PENDAHULUAN

Andisols berasal dari bahan induk gunung api, yang berkembang dari abu, batu apung, sinder dan lava. Bahan piroklastik yang menjadi bahan induk tanah vulkanik dihasilkan dari aktivitas gunung api (Soil Survey Staff, 2006). Di Indonesia luas Andisols sebesar 6,5 juta ha dan banyak diusahakan untuk budidaya tanaman hortikultura dan perkebunan. Bahan vulkanik yang tidak padu dijumpai pada Andisols, dengan ketinggian 750-3.000 m di atas permukaan laut. Jenis tanah ini ditemui di daerah beriklim tropika basah dengan curah hujan tiap tahunnya antara 2.500-7.000 mm (Sukarman dan Dariah, 2014).

Andisol mempunyai sifat andik, yang dapat dicirikan dari fraksi pasir, berat isi, retensi fosfat, dan kadar gelas volkan dan kompleks pertukaran didominasi oleh bahan amorf (Soil Survey Staff, 2006). Tanah Andisol di Indonesia menyebar di Pulau Sumatera, Jawa, Bali, Lombok, Flores,

Maluku Utara dan Sulawesi Utara dengan total penyebaran 5.395 hektar (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, 2014). Andisols mempunyai potensi di bidang pertanian yang baik, salah satunya yaitu dikelola untuk budidaya tanaman selada.

Selada (*Lactuca sativa* L.) termasuk kedalam tanaman sayuran daun semusim, dikelompokkan kedalam famili *compositae*. Selada tumbuh dengan baik di dataran tinggi, di lahan subur yang banyak mengandung humus pertumbuhannya optimal, berpasir atau lumpur dengan pH tanah 5-6,5 (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jambi, 2012). Permintaan selada cenderung terus meningkat sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk, peningkatan taraf hidup, tingkat pendidikan dan kesadaran tentang pentingnya nilai gizi di dalam masyarakat. Berdasarkan informasi dari Food Agriculture Organization (2009) pada tahun 2009 produksi selada di

Indonesia di bawah 1.000 ton sedangkan konsumsi selada sebesar 300.000 ton. Upaya yang dilakukan untuk meningkatkan produksi selada yaitu melalui intensifikasi pertanian, salah satunya dengan penggunaan pupuk.

Peningkatan hasil pertanian dapat dilakukan melalui berbagai cara yaitu intensifikasi maupun ekstensifikasi. Intensifikasi pertanian melalui penggunaan pupuk kimia dan berbagai bahan kimia lainnya terus dikembangkan untuk peningkatan hasil sayuran. Penggunaan pupuk kimia yang melebihi dosis anjuran dapat menurunkan kesuburan tanah. Faktanya kebutuhan pupuk untuk tanaman selada mencapai 249 kg Urea, 311 kg SP-36, dan 112 kg KCl tiap hektar per musim tanam dan penggunaannya dapat lebih tinggi ditingkat petani (Susila, 2006).

Pupuk kimia yang digunakan berlebihan khususnya nitrogen dapat mempercepat perombakan bahan organik tanah dan menurunkan C-organik. Kajian terkini memperlihatkan 90 % dari 70 juta Ha lahan pertanian secara signifikan telah terdegradasi, sehingga dikategorikan sebagai lahan yang sakit dan kelelahan (*sick and fatigue soils*) (Simarmata, dkk. 2012). Upaya untuk mengembalikan kondisi kesuburan tanah di Indonesia salah satunya adalah melalui aplikasi pupuk hayati.

Pupuk hayati adalah inokulan berbahan aktif organisme hidup yang bermanfaat dalam memfiksasi hara tertentu atau memfasilitasi ketersediaan unsur hara bagi tanaman di dalam tanah (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, 2006). Kelompok mikroba yang penting di dalam pupuk hayati adalah bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat yang dapat meningkatkan ketersediaan unsur N dan P di dalam tanah bagi tanaman. Aplikasi pupuk hayati dapat menurunkan (mensubstitusi) dosis pupuk anorganik. Aplikasi pupuk hayati untuk menyuburkan tanah melalui peningkatan populasi dan aktivitas mikroba di lingkungan rizosfer, dan merupakan salah satu usaha dalam pertanian berkelanjutan yang ramah lingkungan.

Pupuk hayati dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk anorganik melalui aktivitas bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut

fosfat (Wardhani, dkk. 2014). Berbagai bakteri di daerah rizosfer berperan penting dalam meningkatkan ketersediaan nutrisi dan mempertahankan siklus unsur hara makro seperti N dan P. Pemberian pupuk hayati yang terdiri dari bakteri penambat N dan bakteri pelarut P merupakan salah satu alternatif dalam meningkatkan populasi bakteri penambat N dan pelarut P di daerah rizosfer yang dapat meningkatkan hasil tanaman.

Optimalisasi produksi selada yang berkelanjutan dapat dilakukan melalui aplikasi pupuk hayati pada tanah Andisol. Masih diperlukan penelitian yang mendukung upaya tersebut berupa pencarian kombinasi dosis pupuk hayati cair dengan pupuk N, P, K terbaik yang dapat meningkatkan produksi tanaman selada di Andisols. Penelitian ini dilakukan sebagai salah satu alternatif dalam meningkatkan kesuburan tanah pada pertanian berkelanjutan yang ramah lingkungan.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di lahan percobaan Balai Besar Pelatihan Pertanian di Desa Kayuambon, Kecamatan Lembang Kabupaten Bandung, Jawa Barat. Ketinggian tempat penelitian 2.084 meter di atas permukaan laut. Analisis mikrob dilakukan di Laboratorium Biologi Tanah dan analisis tanah dan tanaman dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah dan Nutrisi Tanaman, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran.

Lahan yang digunakan berupa tanah Andisol Lembang memiliki ketersediaan unsur hara yang tinggi. Hal ini diperlihatkan dari hasil analisis N total tanah 0,6% (tinggi), P tersedia nilai 52,3 ppm (sangat tinggi), pH 6,6 (netral), C/N 8 (rendah), KTK yaitu 35,32 cmol kg⁻¹ (tinggi) dan kejenuhan basa 41,08% (sedang).

2.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan meliputi: benih selada varietas Grand Rapids, pupuk hayati konsorsium cair produksi Laboratorium Biologi Tanah dengan komposisi bakteri *Azotobacter chroococcum*,

Azotobacter vinelandii, *Azospirillum* sp., bakteri endofitik *Acinetobacter* sp., Bakteri dan Jamur Pelarut Fosfat dengan kepadatan bakteri masing-masing 10^8 CFU mL⁻¹ dan kepadatan jamur 10^6 CFU mL⁻¹, pupuk Urea (45% N), pupuk SP-36 (36% P₂O₅), Pupuk KCl (48% K₂O), pupuk kotoran sapi dengan dosis 15 ton/ha atau setara dengan 4,5 kg/petak, Aquades, dan Media Ashby.

Alat-alat yang digunakan adalah cangkul, label, meteran, (alat penyiram, gunting, timbangan, alat tulis, kamera, peralatan laboratorium yaitu tabung reaksi, petridish, pipet, gelas ukur, Erlenmeyer dan kapas.

2.3 Rancangan Percobaan

Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok (RAK). Rancangan perlakuan pada percobaan ini merupakan berbagai kombinasi pupuk hayati cair dengan pupuk N, P, K yang terdiri dari tujuh perlakuan yaitu:

- A = Kontrol (tidak menggunakan pupuk)
- B = 100% dosis rekomendasi N, P, K
- C = Pupuk hayati konsorsium cair 10 L ha⁻¹
- D = Pupuk hayati konsorsium cair 10 L ha⁻¹ + 100% dosis rekomendasi N, P, K
- E = Pupuk hayati konsorsium cair 10 L ha⁻¹ + 75% dosis rekomendasi N, P, K
- F = Pupuk hayati konsorsium cair 10 L ha⁻¹ + 50% dosis rekomendasi N, P, K
- G = Pupuk hayati konsorsium cair 10 L ha⁻¹ + 25% dosis rekomendasi N, P, K

2.4 Rancangan Analisis

Signifikansi diuji untuk mengetahui pengaruh perlakuan menggunakan uji Fisher. Bila uji F signifikan maka nilai perbedaan rata - rata perlakuan dilihat dengan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%. Hubungan linier antara respon populasi *Azotobacter* sp., serapan N, bobot kering dengan hasil selada (bobot basah atau segar) selanjutnya dianalisis menggunakan model regresi linier sederhana (Gomez and Gomez, 2007).

2.5 Pelaksanaan Penelitian

Sebelum memulai penelitian dilakukan pengambilan sampel tanah dan analisis tanah awal untuk menentukan sifat fisik, kimia dan

biologi tanah aktual. Contoh tanah diambil dengan metode sampling diagonal sebanyak 1 kg tanah yang dibersihkan terlebih dahulu dari sisa - sisa tanaman untuk analisis tanah lengkap dan dilakukan juga pengambilan contoh tanah dekat perakaran tanaman seberat 10 g untuk analisis sifat biologi tanahnya. Contoh tanah diambil secara komposit pada kedalaman 20 cm dari permukaan tanah.

Lahan diolah dengan cara dicangkul dengan kedalaman 20-30 cm, kemudian tanah dibuat petakan dengan luas 1,5 m x 2 m sejumlah 28 petak, kemudian dibuat larikan antar petak dengan lebar larikan 40 cm. Lubang tanam ditugal dengan jarak 20 cm x 25 cm. Mulsa plastik hitam perak juga digunakan dalam penelitian untuk menekan pertumbuhan gulma pada lahan penelitian.

Penyemaian dipersiapkan dimulai dengan merendam benih di dalam air selama 15 menit. Benih selada disemai pada wadah plastik dengan ukuran 40 cm x 30 cm dan tinggi 5 cm. Benih disemai pada media tanam berupa campuran tanah dan pupuk kotoran sapi dengan perbandingan 1 : 1. Benih disebar dalam alur dengan jarak antar alur 10 cm. Setelah berumur 15 hari dengan jumlah daun 4 dan tinggi tanaman 10 cm, bibit dipindahkan ke dalam gulungan daun pisang dengan media yang sama. Penyiraman dilakukan setiap hari. Bibit siap ditanam di lapangan setelah berumur 3 minggu atau sudah memiliki empat sampai lima daun (Susila, 2006).

Aplikasi pupuk hayati konsorsium cair pada penelitian ini dicampur terlebih dahulu dengan pupuk kotoran sapi dengan jumlah 3 mL petak⁻¹ pupuk hayati dan 4,5 kg petak⁻¹ pupuk kotoran sapi. Pupuk kotoran sapi yang sudah dicampur dengan pupuk hayati kemudian diaplikasikan ke setiap petakan tanah kecuali pada petak tanah perlakuan kontrol. Pupuk kotoran sapi tanpa dicampur dengan pupuk hayati konsorsium cair hanya diberikan pada perlakuan kontrol. Mikroba diinkubasi dengan cara ditutup dengan mulsa plastik hitam perak selama satu minggu. Mikroba yang terkandung di dalam pupuk hayati diharapkan dapat berkembang setelah dicampur dalam pupuk kotoran sapi.

Aplikasi pupuk anorganik N, P, K dilakukan sesuai dosis dan waktu pengaplikasian pemupukan yaitu pada saat sebelum penanaman dan pada saat 2 MST. Pupuk N, P, K yang digunakan adalah Urea (45% N), SP-36 (36% P₂O₅), dan KCl (48% K₂O). Aplikasi dilakukan dengan cara membenamkan pupuk N, P, K di sebelah lubang tanam dengan jarak 5 cm dan kedalaman 3 cm. Pupuk Urea dan KCl untuk tanaman selada di aplikasikan sebanyak dua kali yaitu saat awal tanam setengah bagian dan 2 MST setengah bagian, pupuk SP-36 diaplikasikan sebanyak satu kali sebelum tanam.

Bibit selada yang sudah siap tanam berumur 3 minggu dan sudah memiliki jumlah daun sebanyak 4 dimasukkan ke dalam lubang tanam yang di buat dengan cara ditugal sedalam 5 cm. Bibit ditanam dengan jarak tanam 20 cm x 25 cm, sehingga dalam satu petak memiliki jumlah tanaman sebanyak 45 tanaman. Tanaman yang diamati adalah tanaman yang berada di tengah - tengah petak yaitu sebanyak 10 tanaman perpetak.

Aktivitas pemeliharaan yang dilakukan adalah penyiraman, penyulaman, penyiangan gulma dan pengendalian hama penyakit tanaman. Penyiraman dilakukan setiap hari sesuai dengan kondisi lapangan. Penyulaman dilaksanakan untuk mengganti bibit yang tidak tumbuh. Penyulaman tidak dilakukan setelah tanaman berumur 15 HST. Penyiangan gulma yang tumbuh di sekitar tanaman selada dilakukan dengan cara dicabut dan menggunakan arit pada saat 2 MST. Pengendalian hama tanaman dilakukan secara manual dengan cara membersihkan hama yang menyerang tanaman menggunakan tangan (Susila, 2006).

Pengambilan contoh tanah dilakukan pada masa vegetatif akhir yaitu 5 minggu setelah tanam (MST). Contoh tanah diambil dengan cara mencongkel daerah tanah rizosfer beserta tanamannya dengan menggunakan sekop kecil, kemudian tanah yang menempel pada akar disimpan dalam plastik yang telah diberi label sesuai perlakuan. Contoh tanah kemudian dianalisis sifat kimianya yaitu analisis N-total, dan populasi *Azotobacter* sp.

Pemanenan yaitu berupa tajuk yang sudah dipisahkan dari akarnya kemudian masing - masing bagian yaitu tajuk dan akar masing - masing ditimbang sesuai dengan perlakuan untuk mendapatkan bobot segar tanaman selada. Kriteria selada yang sudah dapat dipanen ketika jumlah daun sekitar 16 helai, umumnya memiliki ukuran daun dengan panjang 20–25 cm dan lebar 15 cm (Sagala, 2010), kemudian tajuk dan akar dikeringkan pada suhu 70°C sampai mempunyai bobot yang konstan untuk mendapatkan bobot kering. Bobot kering tajuk digunakan untuk mengetahui serapan N pada tanaman.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Populasi *Azotobacter* sp.

Pupuk hayati konsorsium cair dengan pupuk N, P, K berpengaruh nyata terhadap populasi *Azotobacter* sp. Hasil analisis jumlah populasi *Azotobacter* sp. indigenus pada tanah yaitu $1,2 \times 10^5$ CFU g⁻¹. Populasi *Azotobacter* sp. setelah dilakukan aplikasi kombinasi pupuk hayati cair dengan N, P, K mengalami peningkatan menjadi $18,73 \times 10^5$ CFU g⁻¹ pada perlakuan F. Peningkatan populasi *Azotobacter* sp. terjadi sebanyak 93,5% dari populasi awalnya. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi pupuk hayati cair dengan pupuk N, P, K dapat meningkatkan populasi *Azotobacter* sp. Sampai 93,5%.

Tabel 1 Pengaruh kombinasi pupuk hayati konsorsium cair dengan pupuk N, P, K terhadap populasi *Azotobacter* sp.

Perlakuan	Total Populasi <i>Azotobacter</i> sp. 10 ⁵ CFU g ⁻¹
A	7,28 a
B	5,92 a
C	13,77 ab
D	9,84 a
E	13,64 ab
F	18,73 b
G	12,47 ab

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama, perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap respon menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

Perlakuan F menyebabkan populasi *Azotobacter* sp. yang berbeda nyata dengan

perlakuan A (kontrol). Hal ini diduga bahwa pada kombinasi pupuk hayati konsorsium cair 10 L ha⁻¹ + 50% dosis rekomendasi N, P, K, *Azotobacter* sp. mampu berkompetisi dengan bakteri lain di dalam tanah sehingga *Azotobacter* sp. dapat tumbuh dengan baik. Analisis awal jumlah bakteri dilakukan sebelum penanaman dan sebelum tanah diberikan pupuk hayati cair. Jika dibandingkan dengan analisis awal, populasi *Azotobacter* sp. menjadi meningkat dan memiliki nilai yang berbeda nyata. Hal ini dikarenakan adanya penambahan pupuk hayati cair pada media tanam yang mengandung *Azotobacter* sp.

Rizosfer merupakan daerah tumbuh optimal bagi mikroba karena pada daerah rizosfer eksudat-eksudat akar tanaman yang terdiri dari gula, asam amino dan asam organik akan dilepaskan dan menjadi stimulan yang dapat meningkatkan aktivitas dan populasi bakteri (Rao, 1994). Eksudat akar merupakan sumber terpenting dari nutrisi untuk bakteri yang berada di lingkungan rizosfer. Bakteri mengalami pergerakan dan distribusi di dalam tanah menuju tempat-tempat yang memiliki sumber karbon (eksudat) yang dapat dimanfaatkan sebagai nutrisi. Ketersediaan sumber energi dapat berkontribusi pada meningkatnya proses metabolisme dan meningkatkan aktivitas bakteri di dalam tanah (Rao, 1994).

3.2 Serapan Nitrogen Tanaman Selada

Hasil analisis statistik memperlihatkan bahwa perlakuan A (kontrol) tidak berbeda nyata dengan seluruh perlakuan. Serapan N tanaman selada tersaji pada Tabel 2. Aplikasi pupuk hayati konsorsium cair dan pupuk N, P, K tidak mampu meningkatkan serapan dan kandungan nitrogen tanaman selada secara signifikan. Tanaman pada perlakuan A menghasilkan serapan nitrogen yang sama dengan perlakuan lain dengan serapan nitrogen sebesar 15,62 mg tanaman⁻¹. Hal ini diindikasikan karena beberapa faktor yaitu tingginya N total tanah dan curah hujan. Analisis tanah awal menunjukkan tingginya N total tanah berkisar 0,6% yang diduga disebabkan kejenuhan hara akibat pemupukan.

Kejenuhan hara mengakibatkan menurunnya efisiensi serapan N dan tidak meningkatnya produktivitas tanaman (Gonggo, dkk., 2006).

Penggunaan pupuk urea secara berlebihan akan mempercepat kehilangan unsur hara makro Ca, K, S, Mg dan hara mikro Cu, Mo, dan Zn (Gurning, 2009). Molibdenum merupakan komponen penting dalam penyusunan nitrogenase (Simanungkalit, dkk., 2007). Kejenuhan unsur hara mengakibatkan perlakuan tidak berpengaruh terhadap serapan N. Faktor lainnya adalah air yang tidak mencukupi saat pelaksanaan penelitian. Selama penelitian di lahan pada periode Juni hingga Agustus 2015 curah hujan pada lahan penelitian hanya mencapai angka 93 ml air bulan⁻¹, hal ini terjadi karena pelaksanaan penelitian dilakukan pada musim kemarau.

Tabel 2 Pengaruh kombinasi pupuk hayati konsorsium cair dengan pupuk N, P, K terhadap serapan nitrogen dan kandungan nitrogen tanaman selada

Perlakuan	Serapan Nitrogen (mg/tanaman)	Kandungan Nitrogen Tanaman (%)
A	15,62	4,97
B	22,84	3,98
C	20,93	3,95
D	23,76	3,75
E	20,91	3,69
F	24,98	3,68
G	29,25	3,65

Keterangan : Angka yang tidak disertai huruf, tidak berpengaruh nyata terhadap respon menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

Air merupakan unsur penting dalam meningkatkan luas daun yang berkaitan erat dengan produksi tanaman, terbatasnya asupan air akan menyebabkan terbatasnya perkembangan akar, sehingga penyerapan unsur hara oleh akar tanaman terganggu (Santosa, 1995). Air berperan penting bagi tanaman, karena berperan sebagai pelarut hara, translokasi hara dan aktivitas fotosintesis (Fitter dan Hay, 1994). Unsur hara yang dibutuhkan tanaman diserap dalam bentuk ion-ion, nitrogen 98,8% diserap melalui mekanisme aliran massa (Hardjowigeno, 2010). Terjadi pergerakan unsur hara mendekati permukaan akar bersamaan gerakan massa air dan kelarutan unsur hara dipengaruhi oleh kondisi air tanah. Tanaman yang mengalami kekurangan air menyebabkan translokasi fotosintat ke organ target akan tertahan (Pratiwi dan Nafira, 2021).

Kandungan nitrogen di dalam tanaman termasuk cukup. Menurut *plant analysis* (Jones, 1991), konsentrasi N tanaman selada dikatakan tercukupi apabila nilainya 2,5-4,5% dan tidak tercukupi bila nilainya kurang dari 2,5%. Hal yang sama dikemukakan oleh Jones, dkk., (1991) bahwa kandungan N pada tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) berkisar 3-3,5% maka kandungan N tanaman termasuk rendah, jika kandungan N pada tanaman berkisar 3,5-4,5% maka kandungan N tanaman termasuk cukup, dan apabila kandungan N pada tanaman menunjukkan angka lebih besar dari 4,5% maka kandungan N tanaman termasuk tinggi. Tanaman selada yang digunakan dalam penelitian mengandung N dengan kategori cukup hingga tinggi.

3.3 Bobot Basah Tanaman Selada

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan A (kontrol) tidak berbeda nyata dengan seluruh perlakuan. Bobot basah tanaman selada tersaji pada Tabel 3. Aplikasi pupuk hayati konsorsium cair dan pupuk N, P, K tidak mampu meningkatkan bobot basah tanaman selada secara signifikan. Tanaman kontrol menghasilkan bobot basah yang sama dibandingkan dengan perlakuan lain dengan bobot basah rata-rata sebesar 72,2 g tanaman⁻¹. Bobot basah dari perlakuan kontrol jika dikonversi dalam satuan ton Ha⁻¹ akan memiliki bernilai 9,1 ton Ha⁻¹. Angka ini sesuai dengan deskripsi selada varietas Grand Rapid yang memiliki produksi 3-9 ton Ha⁻¹. Tingginya produksi selada terjadi karena penanaman selada dilakukan pada tanah yang subur dalam kondisi pertanian yang intensif.

Tingginya produksi selada terjadi karena penanaman selada dilakukan pada tanah yang subur dalam kondisi pertanian yang intensif. Menurut Haryanto, dkk. (2003) tanaman sayuran daun membutuhkan unsur hara yang cukup agar sayuran dapat tumbuh dengan baik. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Sara (2011) pada sayuran daun sawi putih, bahwa tanaman sawi putih yang mendapatkan unsur hara yang cukup pada tanah Andisol, dibutuhkan tambahan penggunaan pupuk N, P, K menghasilkan berat basah lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa pemberian pupuk.

Tabel 3 Pengaruh kombinasi pupuk hayati konsorsium cair dengan pupuk N, P, K terhadap bobot tanaman selada

Perlakuan	Bobot Basah Selada (g)
A	72,2
B	94,15
C	84,85
D	97,8
E	88,9
F	107,75
G	102,55

Keterangan : Angka yang tidak diberi notasi huruf tidak berbeda nyata berdasarkan analisis ragam pada taraf 5%.

Kombinasi pupuk hayati konsorsium cair dengan pupuk N, P, K pada seluruh perlakuan menghasilkan berat basah yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan A (kontrol). Hal ini diindikasikan karena bakteri *Azotobacter* sp. yang diberikan pada perlakuan tidak bekerja optimal. Berdasarkan hasil analisis tanah awal, kadar N total tanah berkisar 0,6% dan tergolong tinggi, sedangkan P tersedia untuk tanamannya berkisar 52,3 ppm dan tergolong sangat tinggi. Kejadian ini mengindikasikan bahwa adanya pertanian yang intensif pada lahan penelitian, serta penggunaan pupuk yang tinggi ditingkat petani sehingga respon tanaman yang diberi perlakuan menjadi tidak optimal.

Konversi N₂ yang berasal dari udara menjadi ammonia dimediasi oleh enzim nitrogenase, besarnya N₂ yang diubah menjadi ammonia sangat bergantung pada kondisi fisik, kimia, dan biologi tanah. Enzim nitrogenase akan menambat N₂ di udara dan merubahnya menjadi gas amonia. Gen yang mengatur proses penambatan ini adalah gen nif (Simanungkalit, dkk. 2007). Gen nif tidak akan terekpresi ke lingkungan jika N tanah berkategori tinggi (Alexander, 1997). Nitrogen dalam jumlah tinggi di tanah meningkatkan penyerapan N oleh akar dan menghambat transkripsi enzim nitrogenase sehingga tidak berbeda nyata pada hasil tanaman selada.

Trasnkripsi menyebabkan terhambatnya biosintesis nitrogenase sehingga aktivitas nitrogenase menurun dan mengakibatkan penurunan penambatan nitrogen untuk tanaman

(Kumalasari, dkk. 2013). Terhambatnya kerja dari enzim nitrogenase juga disebabkan oleh pH tanah. *Azotobacter* sp. dapat hidup pada media berkategori agak masam namun tidak optimal untuk pertumbuhan dan melakukan fiksasi nitrogen. Bakteri *Azotobacter* sp. hidup pada kisaran pH 4,8 – 8,5 dengan pH optimum untuk pertumbuhan dan aktivitas fiksasi nitrogen 7 – 7,5 (Wibowo, 2012).

3.4 Bobot Kering Tanaman Selada

Berdasarkan analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan A (kontrol) tidak berbeda nyata dengan seluruh perlakuan. Kombinasi perlakuan konsorsium pupuk hayati dengan pupuk N, P, K tidak mampu meningkatkan bobot kering tanaman selada secara signifikan. Hasil bobot kering selada tersaji pada Tabel 4. Tanaman kontrol menghasilkan bobot kering yang sama dibandingkan dengan perlakuan lain dengan bobot rata-rata sebesar 4,47 g. Hal ini terjadi karena penanaman selada dilakukan pada tanah yang subur dalam kondisi pertanian yang intensif.

Tabel 4 Pengaruh Kombinasi Pupuk Hayati Konsorsium Cair dengan Pupuk N,P, K terhadap Bobot kering Tanaman Selada

Perlakuan	Bobot kering Selada (g)
A	4,47
B	5,96
C	5,62
D	6,07
E	5,70
F	6,79
G	6,20

Keterangan : Angka yang tidak diberi notasi huruf, perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap respon menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

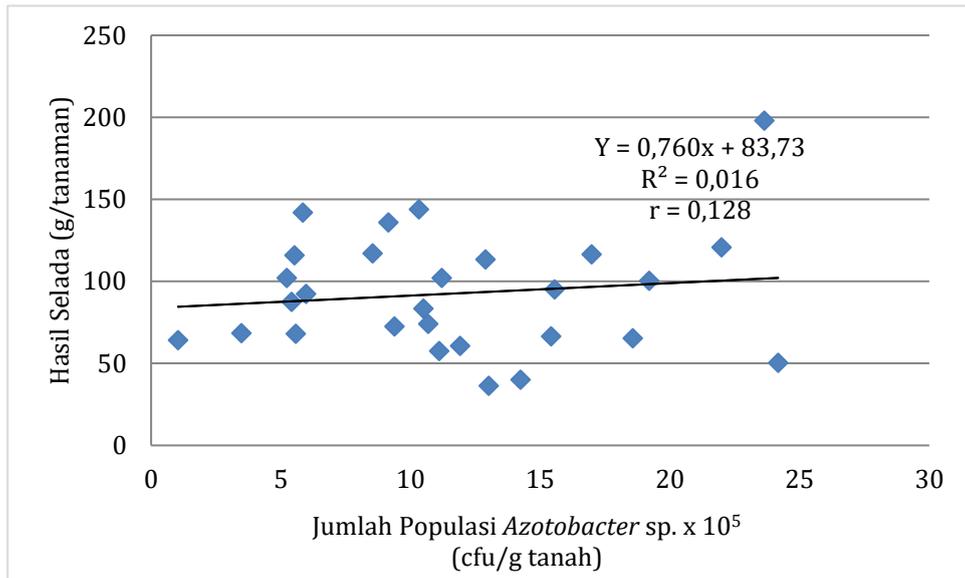
Kombinasi pupuk hayati konsorsium cair dengan pupuk N, P, K pada seluruh perlakuan menghasilkan bobot kering yang tidak berbeda dibandingkan dengan perlakuan A (kontrol). Tanaman tumbuh dengan baik apabila unsur hara yang diperlukan tersedia dan dapat segera dimanfaatkan tanaman. Hal ini sesuai dengan pendapat Harlina (2003) bahwa apabila unsur

hara tersedia bagi tanaman maka pertumbuhan tanaman dapat lebih baik. Fotosintesis berpengaruh pada pembentukan bahan kering tanaman, dan bahan kering tanaman berpengaruh pada serapan tanaman (Fitter dan Hay, 1994). Nitrogen dalam jumlah tinggi di tanah meningkatkan penyerapan N oleh akar dan menghambat transkripsi enzim nitrogenase sehingga memberikan hasil yang tidak berbeda nyata pada hasil tanaman selada. Peningkatan bobot kering tanaman selada secara linier diikuti peningkatan hasil selada (Wulandari, dkk., 2013).

3.5 Hubungan antara Populasi *Azotobacter* sp. dengan Hasil Selada

Hubungan antara populasi *Azotobacter* sp. dengan hasil selada dapat dilihat pada (Gambar 1). Hasil regresi menunjukkan persamaan model $Y = 0,760x + 83,73$ dengan $R^2 = 0,016$ dan $r = 0,128$. Koefisien korelasi ($r = 0,128$) menunjukkan bahwa populasi *Azotobacter* sp. memiliki korelasi lemah terhadap hasil selada. Berpengaruhnya populasi *Azotobacter* sp. terhadap hasil selada terjadi karena *Azotobacter* sp. dapat menyediakan nitrogen untuk tanaman dalam bentuk amonium (NH_4^+) melalui mekanisme fiksasi nitrogen (Hardjowigeno, 2010). Menurut Hardjowigeno (2010) nitrogen berfungsi mempercepat pertumbuhan vegetatif tanaman dan sebagai bahan pembentuk protein.

Pasokan nitrogen dalam jumlah yang cukup berperan dalam mempercepat pertumbuhan tanaman secara keseluruhan, khususnya batang dan daun. Berdasarkan hasil analisis statistik, korelasi yang terjadi antara populasi *Azotobacter* sp. merupakan korelasi positif, namun tergolong lemah. Hal ini terjadi karena *Azotobacter* sp. dapat bekerja optimal ketika ketersediaan nitrogen didalam tanahnya berkategori rendah, berdasarkan hasil analisis tanah awal N total tanah yang bernilai 0,6% dan terkategori tinggi. Fiksasi nitrogen dibantu oleh enzim nitrogenase yang dikontrol oleh gen nif pada *Azotobacter* sp. (Simanungkalit, dkk., 2007). Gen nif tidak akan terekspresi ke lingkungan jika N tanah berkategori tinggi (Alexander, 1997).

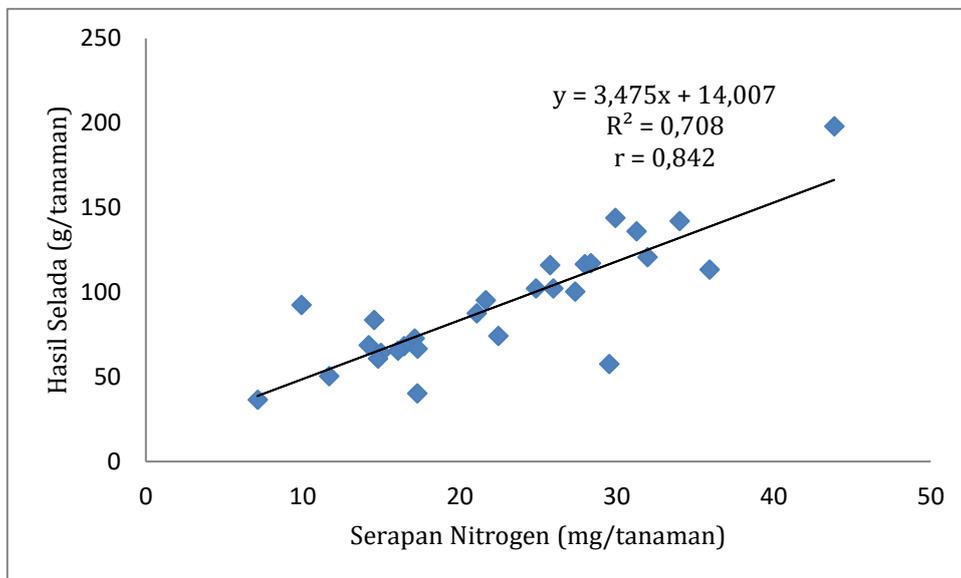


Gambar 1 Hubungan antara Populasi *Azotobacter* sp. dengan Hasil Selada

3.6 Hubungan antara Serapan Nitrogen dengan Hasil Selada

Hubungan antara serapan N dengan hasil selada dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil regresi menunjukkan persamaan model $Y = 3,475x - 14,007$ dengan $R^2 = 0,708$ dan $r = 0,842$. Koefisien korelasi ($r = 0,842$) menunjukkan bahwa serapan nitrogen berpengaruh kuat terhadap hasil selada. Hasil selada merupakan respon dari berbagai perlakuan dalam penelitian. Gurning (2009) menyatakan bahwa

unsur hara akan diserap tanaman dalam bentuk ion yang berpindah secara kumulatif yang menyebabkan konsentrasi hara esensial dalam sel dapat menjadi lebih tinggi. Tingginya hasil pada tanaman dipengaruhi oleh serapan unsur hara, pada tanaman yang berorgan target daun seperti selada, serapan N akan mempengaruhi terbentuknya organ selama pertumbuhan vegetatifnya (Hardjowigeno, 2010).



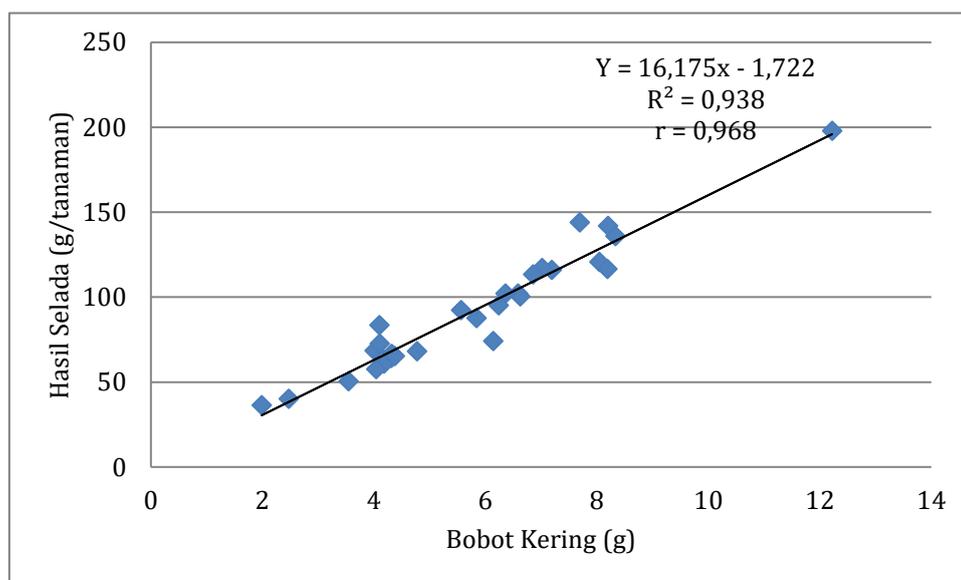
Gambar 2 Hubungan antara Serapan Nitrogen dengan Hasil Selada

3.7 Hubungan Antara Bobot Kering dengan Hasil Selada

Hubungan antara bobot kering dengan hasil selada dapat dilihat pada Gambar 3. Hasil regresi menunjukkan persamaan model $Y = 16,175x - 1,722$ dengan $R^2 = 0,938$ dan $r = 0,968$. Koefisien korelasi ($r = 0,968$) menunjukkan bahwa bobot kering berpengaruh kuat terhadap hasil selada. Berpengaruhnya bobot kering dengan hasil selada disebabkan oleh perlakuan yang berpengaruh pada hasil yang akan berpengaruh pada bobot kering selada. Ketersediaan unsur hara yang seimbang akan memperlancar proses fotosintesis dan menyebabkan laju proses

fotosintesis meningkat, sehingga fotosintat yang dihasilkan juga meningkat yang berpengaruh pada hasil dan bobot kering tanaman (Rizal, 1997).

Setiap peningkatan hasil tanaman selada, diikuti peningkatan bobot kering tanaman karena hal ini berkaitan dengan alokasi hasil fotosintat tanaman (Gurning, 2009). Lakitan (1996) menyatakan efisiensi fotosintesis akan meningkatkan hasil tanaman yang diikuti oleh peningkatan pembentukan bobot kering. Peningkatan bobot kering tanaman selada secara linier diikuti peningkatan hasil selada (Wulandari, dkk., 2013).



Gambar 3 Hubungan antara Bobot kering dengan Hasil Selada

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Aplikasi kombinasi pupuk hayati konsorsium cair dengan pupuk N, P, K berpengaruh terhadap populasi *Azotobacter* sp., tetapi tidak berbeda pada serapan N tanaman dan bobot kering tanaman pada Andisols Lembang.
2. Korelasi positif terjadi secara signifikan antara hasil selada dengan berat kering sebesar 96,8%, dengan serapan nitrogen sebesar 84,2% dan korelasi dengan populasi *Azotobacter* sp. sebesar 12,8%.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, M. 1977. *Introduction to soil microbiology*. 2nd Ed. Jhon Wiley and sons. New York. 467p.
- Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. 2006. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Penelitian Tanah, Bogor.
- Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. 2012. Pemberdayaan Sumberdaya Hayati Tanah untuk Peningkatan Produktivitas Lahan Sub Optimal. Balai Penelitian Tanah, Bogor.

- Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. 2014. Tanah Andisol Indonesia, Karakteristik, Potensi, Kendala dan Pengolaannya Untuk Pertanian.. Balai Penelitian Tanah, Bogor.
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jambi. 2012. Budidaya Selada Dalam Pot. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, Jambi.
- Fitter, A.H. dan R.K.M. Hay. 1994. Fisiologi Lingkungan Tanaman. Penerjemahan: Andani S dan E.D. Purbayanti. Gajah Mada University Press. Indonesian Ed. Yogyakarta.
- Food Agriculture Organization. 2009. *The State of Food and Agriculture*. Food Agriculture Organization, Rome. ISSN 0081 – 4539.
- Gomez, K.A dan A.A. Gomez. 2007. Prosedur Statistik Untuk Penelitian Pertanian. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Gonggo Bambang, Hassanudin, dan Yuni Indriani. 2006. Peran Pupuk N dan P terhadap Serapan N, Efisiensi N dan Hasil Tanaman Jahe di Bawah Tegakan Karet. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia Volume 8. No 1, 2006. ISSN 1411-0067.
- Gurning, Fernando. 2009. Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) pada Berbagai Tingkat Dosis Pupuk NPK dan Pupuk Mikro $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Departemen Budidaya Pertanian Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Hardjowigeno, S. 2010. Ilmu Tanah. Akademika Pressindo, Jakarta.
- Haryanto, E., Suhartini, T., dan Rahayu, E. 2003. Sawi dan Selada. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Harlina, N. 2003. Pemanfaatan Pupuk Majemuk sebagai Sumber Hara Budidaya Terung secara Hidroponik. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Jones, J.B. 1991. *Soil testing and Plant Analysis*. University of Georgia, Athens.
- Jones, J.B. B. Wolf, and H. A Mills. 1991. Plat analysis handbook. A practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide. University of Georgia, Athens.
- Lakitan, B. 1996. Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman, Jakarta.
- Pratiwi, A. dan Nafira, A.F. 2021. Pengaruh Frekuensi Penyiraman Terhadap Pertumbuhan Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.). Konservasi Hayati, 17 (2): 75-84.
- Rao, S. 1994. Soil Microorganisms and Plant Growth. New Delhi: Oxford and IBH Publishing Company.
- Sagala, Deli. 2010. Pertumbuhan dan Produksi Selada (*Lactuca sativa* L.) pada Pemberian Pupuk Organik dan Kascing. Departemen Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Santosa, B. 1995. Pengaruh Kandungan Air Tanah dan Pemupukan terhadap Penyerapan Nitrogen Tanaman Tebu Lahan Kering Varietas F 154. Fakultas Pertanian Unibraw. Malang.
- Sara, D.S. 2011. Pengaruh Kombinasi Pupuk NPK dengan Suplemen Pupuk Organik Cair terhadap Jumlah Bakteri dan Jamur Total di Rizosfer serta Hasil Tanaman Sawi Putih (*Brassica Pekinensis* L.) pada Andisols Lembang. Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Simarmata, T. Benny, J. dan Danapriatna, N. 2012. Peran Penelitian dan Pengembangan Pertanian Pada Industri Pupuk Hayati (*Biofertilizer*). Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Simanungkalit R. D. M Saraswati R., dan Husein E. 2007. Metode Analisis Biologi Tanah. Balai Besar Litbang Sumberdaya Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian, Bogor
- Soil Survey Staff. 2006. *Keys to Soil Taxonomy*. SMSS. Technical Monograph No. 19, USDA, USA.
- Sukarman, Dariah. 2014. Tanah Andisol Indonesia, Karakteristik, Potensi, Kendala dan Pengolaannya Untuk Pertanian. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Susila, A. 2006. Panduan Budidaya Tanaman Sayuran. Departemen Agronomi dan Hortikultura Institut Pertanian Bogor, Bogor.

- Wardhani, Shinta, Kristanti, I, dan Warisnu, A. 2014. Pengaruh Aplikasi Pupuk Hayati Terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) Varietas Bhaskara di PT Petrokimia Gresik. Jurnal Sains dan Seni Pomits Vol. 2, No.1, (2014) 2337-3520.
- Wibowo, MS. 2012. Pertumbuhan dan Kontrol Bakteri. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Wulandari, R. Mulyati. Novi 2013. Pengaruh Pemberian Pupuk Bokashi Jerami Padi Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada Daun (*Lactuca Sativa* L.). Program Studi Pendidikan STKIP PGRI, Sumatera Barat.