

PENGUNAAN LAHAN PASANG SURUT UNTUK BUDIDAYA KEDELAI DENGAN APLIKASI PUPUK HAYATI DAN PUPUK NPK

Ongki Alekxa Samson¹, Maria Krisna Evania², Marudut Sinambela³

Ongkialekxa04022017@gmail.com¹, mariakrisnae31@gmail.com², sinambela@polteq.ac.id³

Politeknik Tonggak Equator Pontianak^{1,2,3}

ABSTRACT

In West Kalimantan, soybean cultivation is still relatively low, yet there is a high market demand for it. Therefore, soybean production needs to be increased. The use of tidal land for soybean cultivation faces several challenges, one of which is soil fertility. This research aims to determine the effectiveness of using biofertilizer and NPK fertilizer and their impact on the growth and yield of soybeans in river tidal land. The research design is a factorial randomized block design. The first treatment is the dosage of biofertilizer with three levels: 5 ml/L of water, 10 ml/L of water, and 15 ml/L of water, while the second factor is the dosage of NPK fertilizer with three levels: 100 kg/ha, 125 kg/ha, and 150 kg/ha. Soybean growth and yield measurements include root volume measurement, the number of effective root nodules, plant dry weight, the number of pods per plant, pod weight per plant, and weight of 100 seeds per plant. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA), and if there were significant effects of each treatment or interactions between treatments, then an honest significant difference (HSD) test was conducted at a significance level of 5%. The use of biofertilizer in soybean cultivation on tidal land effectively reduces the required dosage of NPK fertilizer. There is good collaboration between biofertilizer and NPK fertilizer at the combination of 5 and 15 ml/L of water + 100 and 125 kg/ha, resulting in optimal soybean yield.

Keywords: *Tidal Land, Soybeans, Biofertilizer, NPK Fertilizer*

LATAR BELAKANG

Lahan pasang surut adalah lahan yang terletak tidak jauh dari sungai sehingga ketersediaan air dipengaruhi oleh pasang surutnya sungai. Menurut data dari Badan Pusat Statistik Kalimantan Barat tahun 2017, mencatat luasan daerah lahan pasang surut sebesar 13.490 hektar di Kecamatan Sungai Kakap. Para petani di wilayah tersebut hanya memanfaatkannya untuk menanam padi, tetapi belum intensif karena penanaman padi dilakukan hanya sekali dalam satu tahun yang menyebabkan lahan tidak terlalu produktif atau bera. Lahan pasang surut terletak di daerah datar, menyebabkan sering terkena luapan dan genangan air sungai sehingga mempengaruhi kesuburan lahan, oleh karena itu dilakukan rotasi penanaman tanaman. Penerapan rotasi tanaman padi dan kedelai merupakan alternatif untuk mempertahankan produktivitas dan kesuburan lahan.

Dalam kegiatan penyusunan data statistik tanaman pangan dan palawija tahun 2022-2023 dan sasaran di tahun berikutnya, Kepala Dinas Tanaman Pangan dan Hortikultura Kalimantan Barat menegaskan bahwa program dalam meningkatkan hasil panen, produktivitas lahan, dan kualitas bertujuan untuk mencapai keamanan pangan yang secara berkelanjutan. Target pada program ini yaitu akan fokus pada hasil tanaman sumber pangan, dengan pemanfaatan lahan pasang surut yang ada pada daerah sungai kakap.

Luapan air sungai yang terus menerus masuk ke lahan berpengaruh terhadap keseimbangan kimia dan biologi tanah sehingga perlu dilakukan rotasi tanaman. Penerapan rotasi tanaman padi dan kedelai merupakan alternatif untuk mempertahankan produktivitas dan kesuburan lahan. Lahan pasang surut yang dimanfaatkan sebagai lahan budidaya tanaman kedelai memiliki kendala, di antaranya rendahnya kadar hara dalam tanah sehingga penggunaan pupuk kimia merupakan solusi yang tepat. Pemberian pupuk kimia dapat secara langsung diserap tanaman untuk proses pertumbuhan dan perkembangan, tetapi bila digunakan secara berlebihan dan penggunaan pada waktu lama akan terjadi penurunan kualitas lahan (Gonggo, 2006; Kasno, 2009).

Penggunaan pupuk sintetis harus memperhatikan dosis yang tepat dan menjaga kualitas tanah. Tindakan yang dilakukan dalam meningkatkan kualitas tanah yaitu menggunakan pupuk yang mengandung bakteri yang baik untuk tanah maupun pertumbuhan tanaman kedelai. Pupuk hayati ini didalamnya terkandung bakteri baik, apabila diaplikasikan pada calon tanaman baru ataupun pada tanah, akan membuat koloni di akar (rizosfer), serta dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan suplai hara untuk tanaman (FNCA *Biofertilizer Project Group*, 2006).

Pupuk yang terdapat bakteri baik memainkan peran penting dalam pengaruhnya ke hasil tanaman pada luasan penanaman. Bakteri tersebut dapat menambat nitrogen dari udara, mengikat posfor dan kalium, menghasilkan zat pengatur tumbuh (ZPT) yang diperlukan oleh tanaman, pengaruhnya dalam proses dekomposisi bahan organik di tanah juga sebagai nutrisi bagi tanaman, dan dapat menekan serangan penyakit di tanaman (Simanungkalit *et al.*, 2006)

Pupuk hayati telah banyak digunakan pada tanaman penting seperti tanaman pangan, perkebunan, dan hortikultura. Penelitian menunjukkan bahwa pengaruh dari aplikasi pupuk yang terkandung mikroorganisme efektif mengurangi penggunaan pupuk kimia hingga 50%. (Attitalla., 2010; Rosniawaty, *et al.*, 2007; Wachjar *et al.*, 2006). Penelitian ini ingin mengetahui efektivitas penggunaan pupuk hayati dan pupuk NPK serta dampaknya di pertumbuhan dan hasil kedelai daerah lahan yang dipengaruhi pasang surut air sungai.

KAJIAN LITERATUR

Lahan Pasang Surut

Lahan pasang surut merupakan lahan yang dipengaruhi oleh pasang dan surutnya air laut dan sungai, yang kemudian lahan pasang surut dibagi menjadi dua zona berdasarkan sifat kimia air pasangannya yaitu zona pasang surut salin (air laut) dan zona pasang surut air tawar (sungai) (Widjaja, A dan Alihamsyah, 1998). Berdasarkan jangkauan air pasang, lahan pasang surut dibagi berdasarkan tipe luapannya yaitu 3) tipe luapan C, tidak terluapi air pasang tapi kedalamannya air tanahnya < 50 cm, 4) tipe luapan D, tidak terluapi air pasang dan kedalamannya air tanahnya > 50 cm (Widjaya Adhi, 1986).

Lahan pasang surut dibagi atas empat tipe luapan yaitu tipe A, B, C dan D, Tipe A: Wilayah yang selalu, terluapi air pasang baik pasang besar maupun kecil. Wilayah ini berada antara rata-rata pasang terendah dan pasang ganda, mendapatkan pengairan harian selama pasang rendah. Tipe B: Wilayah yang mendapatkan luapan hanya oleh pasang besar dan berada antara rata-rata pasang ganda dan pasang tunggal, mengalami pengatusan selama pasang rendah. Tipe C: Wilayah yang tidak mendapatkan luapan pasang langsung baik selama pasang besar maupun pasang kecil. Memiliki kedalamannya atau tinggi muka air tanah bervariasi < 50 cm. Wilayah ini berada di atas pasang tunggal, gerakan pasang hanya berpengaruh terhadap muka air tanah melalui peresapan dan mengalami pengatusan secara permanent. Tipe D: Wilayah ini tidak pernah mendapatkan luapan dan memiliki tinggi muka air tanah > 50 cm (Masulili, 2015).

Masalah fisika-kimia lahan dalam pengembangan tanaman pangan di lahan pasang surut antara lain yaitu genangan air dan kondisi fisik lahan, kemasaman tanah dan asam organik pada

lahan gambut tinggi, mengandung zat beracun dan intrusi air garam, kesuburan alami tanah rendah dan keragaman kondisi lahan tinggi (Surandikarta dan Setyorini, 2006; Suriandikarta, 2011).

Pupuk Hayati

Pupuk hayati merupakan pupuk yang mengandung mikroorganisme hidup di dalamnya yang dapat meningkatkan pengambilan hara oleh tanaman dari dalam tanah atau udara. Pemanfaatan pupuk hayati dilakukan berdasarkan respon positif terhadap peningkatan efektivitas serta efisiensi pemupukan sehingga dapat menghemat biaya pupuk dan penggunaan tenaga kerja. Mikrobia yang digunakan sebagai pupuk hayati (*biofertilizer*) dapat diberikan langsung ke dalam tanah, disertakan dalam pupuk organik atau disalutkan pada benih yang akan ditanam (Wardhani, dkk., 2014).

Bioboost merupakan salah satu pupuk hayati yang mengandung mikroorganisme yang unggul dan bermanfaat untuk meningkatkan kesuburan tanah sebagai hasil proses biokimia tanah, adapun komposisi pupuk bioboost adalah sebagai berikut: (1) *Azotobacter* sp. berperan sebagai penambat nitrogen, (2) *Azospirillum* sp. berperan sebagai penambat nitrogen, (3) *Bacillus* sp. berperan dalam dekomposisi bahan organik, (4) *Pseudomonas* sp. berperan dalam dekomposisi residu pestisida dan (5) *Cytophaga* sp. berperan dalam proses dekomposisi bahan organik. Pupuk bioboost diketahui juga mengandung hormon pertumbuhan alami seperti Gibberellin, Sitokinin, Kinetin, Zeatin serta Auksin (IAA) (Manuhutu. dkk., 2004).

Pupuk hayati bermanfaat untuk meningkatkan kesuburan tanah, Keberadaan mikroba ini bisa tunggal, atau juga gabungan beberapa jenis mikroba. Mikroba yang digunakan sebagai pupuk hayati mampu memacu pertumbuhan tanaman, menambat N, melarutkan P dan menghambat pertumbuhan penyakit tanaman. Selain itu pupuk hayati dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik NPK sehingga tidak merusak tanah, mikroba juga memerlukan nutrisi untuk hidup oleh karena itu jumlah unsur hara dalam tanah harus cukup untuk mikroba dan tanaman supaya mikroba dapat hidup dan berkembang dalam tanah.

Penggunaan pupuk hayati untuk meningkatkan produktivitas tanaman kacang-kacangan semakin menarik dilakukan. Setidaknya ada tiga hal pokok yang menjadi pendorongnya, yaitu hilangnya subsidi pupuk anorganik, kelangkaan pupuk dan keinginan mewujudkan sistem pertanian berkelanjutan (Prihastuti dan Radjit, 2013).

Banyak jenis pupuk hayati yang berguna bagi tanaman kacang-kacangan, yang secara garis besar dapat dibedakan menjadi dua yaitu pupuk hayati yang aktif dalam transformasi unsur N (Nitrogen) dan unsur P (Fosfat), baik yang hidup bersimbiosis ataupun hidup bebas (Prihastuti, 2013).

Keefektifan pupuk hayati dalam meningkatkan hasil kedelai telah dilaporkan beberapa peneliti. Menurut Jumakir, dkk. (2021), Pemberian pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai di lahan rawa pasang surut lebih baik dibandingkan tanpa pupuk hayati dengan meningkat kan hasil sebesar 0,25-0,70 ton/ha atau 15,15- 33-33%. Penambahan pupuk hayati provobio memberikan hasil kedelai tertinggi yaitu 2,10 ton/ha.

Pupuk NPK

Pupuk NPK merupakan pupuk majemuk berbentuk butiran yang mengandung unsur hara, nitrogen, fosfor dan kalium. Pemupukan berguna untuk mempercepat pertumbuhan, pembungaan, pemasakan buah, merangsang pertumbuhan akar, batang dan membantu proses metabolisme.

Menurut Lingga dkk (2011) nitrogen berperan untuk merangsang secara keseluruhan khususnya batang, cabang, dan daun. Selain itu nitrogen berperan penting dalam pembentukan hijau daun yang sangat berguna dalam proses fotosintesis. Fungsi lain ialah membentuk protein, lemak dan berbagai penyawaan organik lain. Fosfor merupakan hara yang penting dalam hal pembentukan protein, akar, mempercepat tuanya buah dan biji, meningkatkan biji-bijian serta memperkuat tumbuh tanaman (Rismundar, 1986). Kalium berperan dalam

pembentukan protein dan karbohidrat, selain itu kalium berperan dalam memperkuat tubuh tanaman agar daun, bunga dan buah tidak mudah gugur. Kalium merupakan sumber kekuatan bagi tanaman dalam menghadapi kekeringan dan penyakit (Lingga dkk, 2011).

Demi memenuhi kebutuhan unsur hara N, P dan K pada tanaman dapat dilakukan dengan pemberian pupuk majemuk, salah satunya yaitu pupuk NPK Mutiara (16:16:16). Menurut Nasrullah (2015) pupuk NPK Mutiara merupakan salah satu pupuk majemuk yang dapat menjadi alternatif dalam menambah unsur hara pada media tanam karena memiliki kandungan hara makro N, P dan K dalam jumlah relatif tinggi. Kelebihan pupuk NPK Mutiara yaitu memiliki sifat yang tidak mudah larut sehingga dapat mengurangi kehilangan unsur hara tanaman. Pupuk NPK Mutiara mengandung 16% nitrogen, 16% fosfor, 16% kalium dan mengandung 0,5% magnesium serta 6% kalsium, kandungan masing-masing dari unsur hara tersebut dibutuhkan dalam mendukung pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman.

METODOLOGI

Pelaksanaan dilakukan pada alamat Jalan Kalimas Tengah, Kecamatan Sungai Kakap, Kuburaya, Kalimantan Barat. Mulai dari 10 Oktober sampai 13 Januari 2024. Bahan penelitian meliputi benih kedelai varietas grobongan, media tanam yaitu tanah aluvial pada lahan yang tipe C, pupuk hayati yang digunakan adalah Bioboost, pupuk NPK yaitu pupuk majemuk dengan perbandingan kandungan hara yang sama, kapur pertanian yang ditaburkan pada tanah untuk meningkatkan pH tanah dan herbisida sistemik yaitu herbisida AGIL dengan bahan aktif Propaquizafop 100 g/l untuk membasmi gulma serta insektisida NEOBAN PLUS 540/60 ec dengan bahan aktif yaitu klorpirifos 540 g/l untuk membasmi hama yang menyerang tanaman kedelai.

Alat yang dipakai pada proses penelitian seperti cangkul untuk membuat bedengan, parang untuk menebas pohon-pohon kecil, sprayer untuk menyemprot gulma, meteran untuk mengukur panjang serta lebar bedengan, gembor untuk menyiram tanaman, pH meter tanah, *thermohygrometer* dalam mengukur suhu dan kelembaban, jerigen sebagai wadah menampung air hujan, corong sebagai wadah yang diletakkan di lubang jeringen, gunting untuk memanen polong, alat tulis untuk mencatat, kamera untuk mendokumentasi dan timbangan serta alat penunjang yang lainnya.

Penelitian menggunakan dua faktor dengan rancangan acak kelompok, yang pertama aplikasi pupuk hayati dengan tiga tingkat yaitu 5 ml/L air, 10 ml/L air, dan 15 ml/L air. Kedua pemberian pupuk NPK dengan tiga tingkat yaitu 100 kg/ha, 125 kg/ha dan 150 kg/ha.

Tahapan penelitian dengan pendampingan mahasiswa, petani persiapan lahan yaitu dengan menyemprot gulma yang tumbuh dan membersihkan serasah sisa tanaman. Lahan yang sudah dibersihkan diolah secara manual menggunakan jangkul untuk membentuk bedengan dengan ukuran panjang 2 meter, lebar 11 meter dan tinggi bedengan 0,3 meter dengan jarak sesesama bedengan 0,2 meter. Kegiatan selanjutnya pemberian kapur dolomit 2 minggu sebelum penanaman. Pemberian pupuk hayati dilakukan 3 hari sebelum tanam, serta 2, 3 dan 4 minggu setelah tanam dengan cara diencerkan ke dalam air dengan konsentrasi sesuai perlakuan (5, 10 dan 15 ml/L air) didapatkan dosis 250 ml/bedengan kemudian disiram secara larikan disekitar lubang tanam.

Tanaman ditanam dengan cara ditugal pada kedalaman antara 1,5 cm hingga 2 cm, jarak antar tanam 40 cm x 25 cm. Pada lubang yang akan ditanam dikasih 2 hingga 3 benih, kemudian ditutup dengan tanah dan disiram. Setelah tanaman tumbuh selama satu minggu setelah

penanaman, dilakukan penjarangan dengan memotong menggunakan gunting, menyisakan 1 tanaman yang terbaik di setiap lubang tanam. Setiap bedengan perlakuan berisi 20 tanaman.

Pupuk NPK ini berikan dengan secara bertahap berpatokan dengan dosis perlakuan. Pertama, pupuk akan diberi pada usia tanaman 7 hari dari setelah penanaman, kemudian di usia 14 hari setelah penanaman, dan terakhir pada usia 35 hari setelah tanam. Proses pemberiannya dilakukan dengan membuat larikan di sekitar tanaman, kemudian pupuk ditaburkan dan ditimbun dengan tanah.

Pemeliharaan tanaman mencakup penyiraman yang dilakukan sesuai dengan kondisi lahan, baik di siram pada pukul 7 sampai 8 pagi maupun di sore harinya pukul 4 sampai 5. Pengantian tanaman mati dilakukan pada umur 2 minggu setelah penanaman dengan tanaman baru di umur yang sama. Penyiangan gulma dilakukan menggunakan tangan, alat seperti arit, dan juga dengan penyemprotan herbisida. Pengendalian hama dilakukan dengan menggunakan insektisida pada tanaman yang terinfeksi oleh ulat daun.

Pemanenan kedelai dilakukan pada usia 82 hari setelah penanaman, dilakukan apabila tanaman sudah sesuai dengan kriteria panen dilihat berdasarkan polong berisi dan berwarna coklat kekuningan, serta daun tanaman yang banyak menguning. Amatan terhadap tumbuhnya kedelai hingga berbuah dilakukan pengukuran volume akar, jumlah bintil akar yang efektif, penimbangan berat kering tanaman, perhitungan jumlah polong isi per tanaman, penimbangan berat polong isi per tanaman, dan penimbangan berat 100 biji per tanaman. Data yang diamati diolah memakai analisis varians (uji F). apabila hasil uji F nya menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan dari perlakuan yang diberikan atau adanya interaksi antara perlakuan tersebut, maka uji lanjutan memakai uji beda nyata jujur pada signifikansi 5%.

Hasil dan Pembahasan

Volume Akar

Hasil analisis sidik ragamnya tidak terdapat interaksi maupun pengaruh mandiri signifikan dari pupuk hayati dan pupuk NPK di volume akar.

Tabel 1. Hasil Analisis BNJ Untuk Rata-Rata Volume Akar Tanaman Kedelai Akibat Pengaruh Kedua Perlakuan Di Daerah Lahan Pasang Surut.

Perlakuan Pupuk Hayati (ml/L)	Rata-rata Volume Akar
5	9,10
10	9,07
15	7,70
BNJ 5%	tn
Pupuk NPK (kg/ha)	rata-rata
100	8,20
125	9,46
150	8,21
BNJ 5%	tn

Keterangan : tn menandakan pengaruh perlakuan tidak nyata

Hasil Tabel 1 memperlihatkan tidak ada beda pengaruh dari pemberian pupuk hayati dan pupuk NPK di pertumbuhan volume akar. Baik dari pemberian pupuk hayati maupun pupuk NPK menghasilkan pertumbuhan volume akar yang serupa pada tanaman kedelai. Pupuk hayati yang berperan memperbaiki tanah, akar akan tumbuh hingga berkembang dengan baik serta

dengan penambahan hara pada tanah melalui aplikasi pupuk NPK diserap akar dengan baik sehingga menunjukkan pertumbuhan yang tidak berbeda antar tanaman, nilai rata-rata volume akar pengaruh pupuk hayati berkisar 7,70-9,10 dan pupuk NPK berkisar 8,20-9,46 cm³.

Pemberian pada berbagai konsentrasi dapat meningkatkan populasi mikroorganisme yang ada dalam tanah. Hal ini dapat menghasilkan pertumbuhan akar tanaman yang baik karena meningkatkan kemandirian agregat tanah. Menurut Santi *et. al* (2008), tindakan yang dilakukan agar mempengaruhi agregat tanah meliputi pengolahan lapisan tanah, peletakan tajuk tanaman di permukaan tanah untuk mencegah erosi yang diakibatkan dari curah hujan tinggi, dan aktivitas mikroba dalam tanah.

Sembiring *dkk.* (2013) menjelaskan bahwa adanya penambahan populasi dan juga meningkatnya aktivitas mikroba atau bakteri baik dalam dapat menghasilkan agregasi partikel tanah yang lebih baik dan lebih stabil. Salah satu bakterinya yang terdapat dalam pupuk hayati adalah bakteri *Pseudomonas sp.*, yang mampu menghasilkan eksopolisakarida (EPS) dan filamennya yang sebutnya hifa. Bakteri ini tumbuh di dalamnya tanah dan membantu memegang partikel tanah. Selain itu, akar tanaman juga melepaskan variasi gula ke tanah yang gunanya dalam proses penyerap nutrisi di tanah.

Jumlah Bintil Akar Efektif

Pada amatan ini belum ada interaksi antara dari perlakuan terhadap jumlah bintil akar yang efektif bekerja. Meskipun pupuk hayati secara mandiri tidak memberikan pengaruhnya secara signifikan pada efektifitas kerja bintil akar tanaman kedelai, namun pemberian pupuk NPK secara signifikan memengaruhi jumlah bintil akar efektif.

Tabel 2. Jumlah Bintil Akar Efektif Hasil Pengujian BNJ Dari Pengaruh Pupuk Hayati dan Pupuk NPK Pada Lahan Pasang Surut

Perlakuan Pupuk Hayati (ml/L)	Rata-rata Jumlah Bintil Akar Efektif
5	7,44
10	7,66
15	7,88
BNJ 5%	tn
Takaran Pupuk NPK (kg/ha)	rata-rata
100	8,56 a
125	7,67 ab
150	6,78 b
BNJ 5%	1,27

Keterangan: Angka yang di lihat pada satu kolom lalu diikuti dengan huruf yang sama berarti tidak berbeda dengan pengujian BNJ tarat 5%

Dari Tabel 2, dapat dilihat pemberian pupuk hayati di berbagai konsentrasi tidak menghasilkan perbedaan yang signifikan pada jumlah bintil akar yang efektif bekerja. Namun, aplikasi pupuk NPK menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan terhadap jumlah bintil akar yang efektif bekerja pada takaran yang berbeda yang diberikan. Pupuk hayati yang diaplikasikan pada lahan pasang surut akan menambah jumlah mikroorganisme dalam tanah. Mikroorganisme dalam tanah akan bersimbiosis dengan akar sehingga membentuk bintil akar. Jumlah bintil akar yang efektif bekerja pengaruh dari pupuk hayati berkisar 7,44-7,88 buah.

Jumlah bintil akar efektif yang tidak berbeda ini dikarena mikroorganisme yang terkandung dalam pupuk hayati jika diaplikasikan pada tanah pada konsentrasi terendah sampai tertinggi dapat berkembangbiak dan menginfeksi akar hingga membentuk bintil akar pada tanaman kedelai. Gardner *et.al* (1991), mengemukakan bahwa populasi mikroorganisme dalam tanah seperti kolonisasi *Rhizobium* yang ada pada akar akan melakukan invasi ke dalam bulu akar dan membentuk bintil akar.

Tabel 2 juga menggambarkan perbedaan pengaruh pupuk NPK dengan dosis yang berbeda pada jumlah bintil akar yang efektif. Aplikasi pupuk NPK pada takaran 100 hingga 125 kg/ha menghasilkan bintil akar efektif yang terbanyak, serta berbeda dengan takaran 150 kg/ha. Bintil akar yang efektif dapat diidentifikasi jika bintil akar yang dipotong menunjukkan warna merah muda keunguan. Adanya bintil akar yang efektif sangat dipengaruhi pada jumlah kandungan nitrogen dalam tanah. Berbagai hasil riset menyatakan penambahan pupuk NPK pada takaran yang lebih kecil menghasilkan bintil akar yang efektif lebih banyak, menandakan bahwa semakin tinggi kadar nitrogen dalam tanah, semakin sedikit pembentukan bintil akar efektif.

Ketika tanaman kedelai diinokulasi, biasanya akan membentuk nodul. Namun, jika inokulasi dikombinasikan dengan ditamhakkannya urea, maka malah menjadi penghambat terbentuknya nodul. Penyebabnya karena kadar nitrogen dalam tanaman sudah cukup. Dalam kondisi ini, kerja sama antara kedelai dan rhizobium tidak berjalan dengan baik, mengakibatkan bakteri menjadi berparan aktif dan tanaman tidak bisa membentuk nodul meskipun rhizobium dapat menginfeksi akar. Idiyah (1997), menyatakan aplikasi pupuk dengan kandungan nitrogen tinggi dapat mengurangi efektivitas aktivitas fiksasi biologis, karena aktivitas enzim tidak berjalan baik oleh NH_4^+ , asam amino, atau amida.

Berat Kering Tanaman

Hasil sidik ragam tidak terjadi interaksi antara kedua perlakuan pada nilai berat kering tanaman. Secara independen, pemberian kedua perlakuan juga belum menghasilkan efek yang signifikan pada nilai berat kering tanaman.

Tabel 3. Uji BNJ Nilai Berat Kering Tanaman Pengaruh Kedua Perlakuan di Derah Lahan Pasang Surut

Perlakuan Pupuk Hayati (ml/L)	Rata-rata Berat Kering Tanaman
5	10,03
10	11,93
15	12,08
BNJ 5%	tn
Pupuk NPK (kg/ha)	rata-rata
100	11,15
125	11,74
150	11,16
BNJ 5%	tn

Keterangan : kode tn menandakan tidak nyata dari perlakuan yang diberikan

Di Tabel 3 memperlihatkan aplikasi pupuk hayati dan pupuk NPK tidak menunjukkan perbedaan signifikan dalam nilai berat kering tanaman kedelai. Nilai dari berat kering tanaman merupakan penanda bahwa adanya penyerapan nitrogen oleh tanaman kedelai. Nitrogen

merupakan komponen kunci dalam fase pertumbuhan tanaman, terutama pada fase vegetatif. Cuaca yang mendukung pada fase vegetatif, dengan cahaya matahari yang cukup, memungkinkan proses fotosintesis berjalan optimal, dan hasilnya dapat didistribusikan ke seluruh tanaman.

Aplikasi pupuk hayati pada tanaman kedelai membantu pembentukan bintil akar, yang memungkinkan bakteri dalam bintil akar untuk mengambil nitrogen di udara sehingga dapat diserap tanaman. Karena itu, dengan pemberian pupuk hayati, berat kering tanaman dapat dipertahankan pada tingkat yang sama. Namun, jika tanah sudah mengandung cukup nitrogen, aktivitas bintil akar menjadi tidak aktif. Penambahan pupuk urea pada takaran yang tertinggi menghasilkan bintil akar efektif yang lebih sedikit. Tanaman kedelai tidak hanya mengandalkan bintil akar untuk mendapatkan nitrogen. Pemberian pupuk NPK pada dosis tertinggi akan menyumbangkan nitrogen secara langsung ke tanaman melalui akarnya, sehingga tidak ada perbedaan dalam berat kering tanaman. Menurut Suryantini (2015), pemupukan nitrogen dapat memberikan manfaat jika jumlahnya cukup kecil bisa melancarkan jalannya fotosintesis tanpa mengganggu proses dibentuknya bintil akar.

Jumlah polong Isi Per Tanaman

Analisis data yang telah dilakukan, perlakuan yang di aplikasikan tidak terjadi interaksi di amatan jumlah polong isi per tanaman. Meskipun pemberian pupuk hayati dengan beberapa konsentrasi tidak menunjukkan beda yang secara jelas antar perlakuan, namun aplikasi pupuk NPK pada berbagai takaran menunjukkan variasi dalam jumlah polong isi per tanaman.

Tabel 4. Hasil Uji BNJ pada Jumlah Polong Isi Per Tanaman Efek Pupuk Hayati dan Pupuk NPK Pada Lahan Pasang Surut

Perlakuan Pupuk Hayati (ml/L)	Rata-rata Jumlah Polong Isi Per Tanaman
5	58,57
10	58,66
15	61,48
BNJ 5%	tn
Takaran Pupuk NPK (kg/ha)	rata-rata
100	61,71 a
125	62,09 a
150	54,92 b
BNJ 5%	4,59

Keterangan: Angka di satu kolom yang sama berserta dengan huruf yang sama menandakan tidak berbeda pada uji BNJ tarat 5%

Pada Tabel 4 menunjukkan aplikasi pupuk hayati sebagai bahan yang terkandung macam-macam bakteri memberikan jumlah polong isi per tanaman yang sama, baik pemberian di konsentrasi terendah sampai yang paling tinggi. Hal ini menandakan bahwa mikroorganisme yang diaplikasikan pada tanah secara baik dapat berkembangbiak sehingga dapat meningkatkan serapan hara bagi tanaman. Menurut Goenadi (1995), pupuk hayati memiliki kemampuan untuk meningkatkan daya ikat air, meningkatkan Kapasitas Tukar Kation (KTK), serta menyediakan unsur hara dan penyerapan unsur hara maksimal, sehingga kualitas tanah akan meningkat juga. aplikasi pupuk hayati ke lahan juga dapat meningkatkan jumlah bakteri di tanah. Kegunaan pupuk hayati yang aplikasikan yaitu sebagai sumber mikroorganisme

yang berperan baik (Hartatik dkk., 2018). Pupuk hayati yang diterapkan mengandung bakteri *rhizobium* yang berperan dalam membentuk nodul. Nodul berperan dalam penyediaan unsur nitrogen, yang merangsang pembentukan protein, protoplasma, dan klorofil, hingga pada akhirnya membantu proses dalam membentuk polong (Ridho, 1998).

Aplikasi pupuk NPK pada takaran 100 sampai 125 kg/ha menunjukkan jumlah polong isi yang baik dari pemberian takaran 150 kg/ha. Ini diperkirakan pada pertumbuhan awal tanaman kedelai menyerap unsur hara dalam tanah yang disumbangkan dari aplikasi pupuk NPK, takaran yang lebih kecil akan menyumbangkan hara dalam tanah lebih sedikit. Bertambahnya umur tanaman kedelai akan membutuhkan kadar hara yang lebih banyak, seiring dengan bertambahnya umur tanaman, bintil akar pada tanaman sudah terbentuk dengan sempurna sehingga mampu membantu menyediakan hara nitrogen dan posfor dari bakteri penambat N dan pelarut P yang ada dalam bintil akar seperti *rhizobium* dan *Pseudomonas* sp.

Menurut Marista dkk. (2013), mikroorganisme seperti *Pseudomonas* sp. dan *Bacillus* sp. memiliki peran melarutkan fosfat yang bertindak sebagai biofertilizer. Bakteri melarutkan fosfat yang terikat pada unsur lain seperti besi, aluminium, kalsium, dan magnesium, tersedia bagi tanaman. Aplikasi perlakuan pupuk NPK dengan takaran yang lebih besar akan mengakibatkan mikroorganisme dalam bintil akar tidak aktif, sehingga takaran 150 kg/ha pupuk NPK yang diberikan pada lahan pasang surut tidak cukup untuk perkembangan polong secara maksimal.

Berat Polong Isi Per Tanaman

Hasil pengujian data menunjukkan bahwa terjadi interaksi dari kedua perlakuan di nilai berat polong isi per tanaman.

Tabel 5. Hasil Uji BNJ Nilai Berat Polong Isi Per Tanaman Pengaruh Interaksi Ke Dua Perlakuan Pada Lahan Pasang Surut

Konsentrasi Pupuk Hayati (ml/L air)	Takaran Pupuk NPK (kg/ha)		
	100	125	150
5	147,29 a	148,07 a	112,09 e
10	118,47 d	129,18 c	133,62 c
15	142,65 b	148,22 a	139,10 b
BNJ 5%	4,43		

Keterangan: Angka di satu kolom yang sama berserta dengan huruf yang sama menandakan tidak berbeda pada uji BNJ tarat 5%

Dari hasil pengujian terlihat interaksi antara perlakuan terhadap berat polong isi per tanaman di kombinasi 5 ml/L air + 100 kg/ha, 5 ml/L air + 125 kg/ha, dan 15 ml/L air + 125 kg/ha menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan kombinasi lainnya. Aplikasi pupuk hayati dan pupuk NPK sesuai dengan takaran standar dapat membantu proses pertumbuhan tanaman dan hasil panen. Penggunaan pupuk hayati dengan kelebihan yang dimilikinya dapat meningkatkan kualitas dan jumlah hasil tanaman sambil mengurangi biaya yang dikeluarkan.

Hasil penelitian memperlihatkan kombinasi pupuk hayati dengan berbagai konsentrasi, pupuk NPK pada takaran yang lebih rendah menghasilkan pertumbuhan kedelai yang lebih baik dibandingkan dengan pemberian pupuk NPK pada takaran yang besar. Studi oleh Attitalla dkk. (2010), Elsanti dan Kosman (2013), Tania dkk. (2012), dan Yusron (2009) menekankan

sinergi antara kepadatan sel mikroba dan konsentrasi pupuk hayati adalah kunci untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk anorganik.

Mikroorganisme mampu mengurai bahan-bahan organik, membantu menyediakan hara tanaman, serta memproduksi enzim alami untuk memperbaiki kualitas lahan. Penggunaan pupuk hayati memperkuat simbiosis mutualisme antara tanaman dan mikroorganisme yang menguntungkan. Pemberian pupuk hayati secara berkala dapat meningkatkan kesuburan tanah dan efisiensi pemupukan, sambil juga meningkatkan daya serap air pada tanah.

Pupuk NPK berperan dalam menyediakan hara bagi tanaman di awal pertumbuhan sehingga akar kedelai dapat berkembang dan bersimbiosis dengan mikroorganisme dalam tanah dengan baik. Serapan air beserta nutrisi yang efisien akan melancarkan proses fotosintesis. Hal ini berlangsung di daun, di mana fotosintat dihasilkan akan didistribusikan ke organ tanaman yang lainnya, termasuk hasil kedelai, sehingga memengaruhi jumlah polong isi per tanaman dan berat biji kedelai. Pupuk hayati memiliki kemampuan daya serap air, peningkatan Kapasitas Tukar Kation, serta membantukan kesediaan nutrisi dan akan membantu penyerapan nutrisi oleh akar, yang pada gilirannya meningkatkan kesuburan tanah (Andriawan, 2010).

Berat 100 Biji

Pada amatan ini terjadi interaksi dari kedua perlakuan, yang hasil ujinya terdapat di Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji BNJ Pada Berat 100 Biji Efek Pupuk Hayati dan Pupuk NPK Pada Lahan Pasang Surut

Konsentrasi Pupuk Hayati (ml/L air)	Takaran Pupuk NPK (kg/ha)		
	100	125	150
5	245,96 a	228,18 b	179,87 e
10	204,98 d	217,77 c	228,63 b
15	248,12 a	239,98 a	216,93 c
BNJ 5%	8,00		

Keterangan: Angka di satu kolom yang sama berserta dengan huruf yang sama menandakan tidak berbeda pada uji BNJ tarat 5%

Dari Tabel 6 terlihat bahwa adanya interaksi dari kedua perlakuan memengaruhi berat 100 biji kedelai di 5 ml/L air + 100 kg/ha, 15 ml/L air + 100 kg/ha, dan 15 ml/L air + 125 kg/ha. Berat 100 biji menunjukkan vitalitas biji. Vitalitas biji dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan, terutama ketersediaan nutrisi. Pupuk hayati mengandung bakteri yang melarutkan hara fosfat berfungsi menambahkan hara fosfat dalam tanah di proses pelarutan oleh asam organik atau rendahnya kadar hara fosfat organik oleh fosfatas yang dilepaskan. Aplikasi pupuk NPK juga berperan penyediaan nutrisi kalium dan fosfor terhadap tanaman.

Nutrisi kalium dan fosfor memainkan peran penting dalam pembentukan bunga, yang pada gilirannya dalam perubahan bentuk, ukuran polong atau biji, dan dalam proses matangnya polong. Hal ini dikuatkan melalui pendapat Sutejo (2002) yang menyatakan bahwa tidak hanya dalam menyegerakan tumbuhnya akar yang baik dan dalam ketahanan tanaman itu sendiri, nutrisi fosfor berfungsi lain seperti meningkatkan proses terbentuknya bunga hingga menjadi buah dan pematangan buah. Menurut Tampubolon (1991) tanaman kedelai dalam proses pertumbuhan memerlukan hara P dalam jumlah yang besar agar tanaman dapat membentuk

polong dengan baik. Tanaman yang berbiji hidup di media yang ketidakcukupan hara fosfor akan menimbulkan pembentukan dan penambahan bobot dari biji menjadi terhambat (Yustisia *et. al*, 2005).

Dalam proses metabolisme tanaman, nutrisi kalium (K) berperan dalam reaksi enzimatik, termasuk biokatalisator dalam proses pemecahan glukosa dan asam amino. Ketersediaan hara kalium cukup teramat penting pada proses mengubah energi matahari menjadi energi kimia, yang terkait erat dengan kadar K dalam jaringan dan penyerapan CO₂ oleh tanaman. Kurangnya kalium dapat menghambat jalan perpindahan karbohidrat dari daun ke bagian tanaman yang lainnya, menghambat proses fotosintesis (Hartt *dalam* Mengel dan Kirkby, 1978). Peran kunci hara kalium akan menetapkan mutu hasil tanaman terkait dalam komponen kimia yang terkandung dan penampakan yang baik. Apabila hara kalium kurang dalam jumlah yang besar maka akan signifikan menyebabkan struktur tubuh tanaman banyak mengandung nitrat, amonium tidak terikat, senyawa amida, dan asam-asam organik, yang dapat menurunkan mutu hasil tanaman itu sendiri.

KESIMPULAN

Penggunaan pupuk hayati dalam budidaya kedelai di lahan pasang surut secara efektif mengurangi takaran pupuk NPK yang diperlukan. Terjadi kolaborasi yang baik dari pupuk hayati dan pupuk NPK di kombinasi takaran 5 dan 15 ml/L air + 100 dan 125 kg/ha menghasilkan hasil yang optimal kedelai.

REFERENSI

- Andriawan, I. 2010. Efektivitas Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan dan Hasil Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). *Skripsi*. Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Attitalla, I.H., A.M. Alhasin, M.A. Nasib, A.H. Ghazali, L. Zakaria, H.M. Jais, I. A.A. Balal, and B. Salleh. 2010. Occurrence and Microbiological Characteristic of *Azospirillum* Strains Associated with Leguminous and Non-Leguminous Plant in Al Jabal Al Akhdar Eco-Region, Libya. *J. Agric. & Environ. Sci.* 8 (6): 617-625.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Kuburaya. 2017. *Statistik Penggunaan Lahan Kabupaten Kubu Raya*. Badan Pusat Statistik Kalimantan Barat. Kubu Raya.
- Elsanty dan E. Kosman. 2013. *Efektivitas Pupuk Hayati BF2 terhadap Produksi Biomassa Tanaman Caisim (Brassica sp.)*. Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian RI. Prosiding Seminar Nasional Pertanian Ramah Lingkungan. 2013. Hal. 139-146.
- FNCA Biofertilizer Project Group. 2006. *Biofertilizer Manual*. Forum for Nuclear Cooperation in Asia (FNCA). Japan Atomic Industrial Forum, Tokyo.
- Gardner, F. P., Pearce, R.B dan Mitchell, R. L. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. UI. Press. Jakarta.
- Goenadi. D. H. 1995. Mikroba pelarut hara dan pemantap agregat dari beberapa tanah tropika basah. *Menara Perkebunan*. 6 (2): 60-66.
- Gonggo, B., M. Hasanuddin dan Y. Indriani. 2006. Peran Pupuk N dan P Terhadap Serapan N. *J. Ilmu Ilmu Pertanian Indonesia*. 8 (1): 61-68.
- Hartatik dan L.R. Widowati. 2018. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. <http://www.balittanah.litbang.deptan.go.id>. Diakses 27 Februari 2024.
- Havlin, J. L., J. D. Beaton, S. L. Tisdale and W. L. Nelson. 1999. *Soil Fertility and Fertilizers An Introduction to Nutrient Management*. 6th ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey. pp. 497.

Samson, O. A., Evania, M. K., Sinambela, M. (2025). Penggunaan Lahan Pasang Surut untuk Budidaya Kedelai dengan Aplikasi Pupuk Hayati dan Pupuk NPK. *AGROFOOD*, 7(2), 1-13

- Idiyah, S. 1997. Kajian Aplikasi Inokulan Bradyrhizobium japonicum. Pada Tanaman Kedelai Di Lahan Sawah. *Jurnal Tropika*. 5 (2): 31-39.
- Jumakir, Endrizal dan T. Abdullah. 2021. Respons Pemberian Pupuk Hayati terhadap Peningkatan Produktivitas Kedelai di Lahan Rawa Pasang Surut. *PANGAN*. 30(1): 23 – 30.
- Kasno, A. 2009. Respons Tanaman Jagung terhadap Pemupukan Fosfor pada Typic Dystrudepts. *J. Tanah Crop*, 14 (2): 111-118.
- L. P. Santi, A. Dariah., and D. H. Goenadi. 2008. Peningkatan Kemantapan Agregat Tanah Mineral oleh Bakteri Penghasil Eksopoliksakarida,” *J. Menara Perkeb.* 76 (2): 93–103.
- Lingga, P. dan Marsono. 2011. Petunjuk Penggunaan Pupuk. Jakarta. Penebar Swadaya.
- Manuhuttu, A. P, H. Rehatta, dan J.J.G. Kailola. 2014. Pengaruh Konsentrasi Pupuk Hayati Bioboost Terhadap Peningkatan Produksi Tanaman Selada (*Lactuca Sativa L.*). *Jurnal Agrologia*. 3(1): 18- 27.
- Marista, S. Khotimah, and R. Linda, 2013. *Bakteri Pelarut Fosfat Hasil Isolasi dari Tiga Jenis Tanah Rizosfer Tanaman Pisang Nipah (Musa paradisiaca var. nipah) di Kota Singkawang,” J. Protobiont*. 2 (2): 93–101.
- Masulili, A. 2015. Pengelolaan Lahan Sulfat Masam untuk Pengembangan Pertanian. *Jurnal Agrosans*. 12, 55-68.
- Nasrullah. 2015. Pengaruh dosis pupuk NPK (16:16:16) dan mikoriza terhadap pertumbuhan bibit kakao (*Theobroma cacao L.*) pada media tumbuh subsoil. Skripsi. Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.
- Prihastuti dan B. S. Radjit. 2013. Uji Sinergisme Mikroba dalam Pupuk Hayati Kemasan terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kacang Tanah Di Lahan Kering Non Masam, Gresik. *Jurnal Agrin*. ISSN: 1410-0029. 17(1).
- Ridho. 1998. Pengaruh Inokulasi Rhizobium dan Mikoriza Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kedelai (*Glycine max L. Merril*). *Jurnal Mapeta*. 1 (2): 12-20.
- Rismunandar. 1986. Pupuk Dan Seluk Beluk Bagi Pertanian. Bandung : Sinar Baru
- Rosniawaty, S., I. Ratnadewi, dan R. Sudirja. 2007. Pengaruh Pupuk Organik dan Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma Cacao L.*) Kultivar Upper Amazone Hybrid. *Laporan Penelitian*. Lembaga Penelitian. Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Simanungkalit, R.D.M., D. A. Suriadikarta, R. Saraswati, D. Setyorini dan W. Hartatik. 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Suriadikarta, D.A. dan D. Setyorini. 2006. Teknologi pengelolaan lahan sulfat masam. hlm. 117-150. Dalam D.A. Suriadikarta, U. Kurnia, Mamat H.S., W. Hartatik, dan D. Setyorini (Ed.). *Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Suryantini. 2015. *Pembintilan dan Penambatan Nitrogen Pada Tanaman Kacang Tanah*. Monograf Balitkabi. no. 13, pp. 234-250.
- Sutejo, M, M. 2002. *Pupuk dan Cara Penggunaan*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Tampubolon, B.O.P. 1991. *Kedelai dan Bercocok Tanamnya*. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Tania, N., Astina dan S. Budi. 2012. Pengaruh Pemberian Pupuk Hayati Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung Semi Pada Tanah Podsolk Merah Kuning. *J. Sains Mahasiswa Pertanian*. 1 (1): 10-15.
- Wachjar, A., Supijatno dan D Rubiana. 2006. Pengaruh Beberapa Jenis Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan Dua Klon Tanaman Teh (*Camellia sinensis (L) O. Kuntze*) Belum Menghasilkan. *Bul. Agron*. 34 (3): 160–164.
- Wardhani, S., K. I. Purwani dan W. Anugerahani. 2014. Pengaruh Aplikasi Pupuk Hayati Terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*

Samson, O. A., Evania, M. K., Sinambela, M. (2025). Penggunaan Lahan Pasang Surut untuk Budidaya Kedelai dengan Aplikasi Pupuk Hayati dan Pupuk NPK. *AGROFOOD*, 7(2), 1-13

L.) Varietas Bhaskara di PT Petrokimia Gresik. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. 2 (1): 2337-3520.

Widjaja-Adhi, I.P.G. 1986. Pengelolaan lahan rawa pasang surut dan lebak. *J. Litbang Pert.* V (1): 1-9.

Widjaja-Adhi, I.P.G. dan T. Alihamsyah. 1998. Pengembangan lahan pasang surut: potensi, prospek, dan kendala serta teknologi pengelolaannya untuk pertanian. *Prosiding Seminar Nasional dan Pertemuan Tahunan HITI*. 16-17 Desember 1998.

Y. R. V. Sembiring, P. Nugroho, and Istianto. 2013. Kajian Penggunaan Mikroorganisme Tanah untuk Meningkatkan Efisiensi Pemupukan pada Tanaman Karet. *War. Perkaretan*, 32 (1): 5-7.

Yusron, M. 2009. Respon Temulawak (*Curcuma Xanthorrhiza* Roxb) terhadap Pemberian Pupuk Bio pada Kondisi Agroekologi yang Berbeda. *J. Sains Mahasiswa Pertanian*. 15 (4): 162-167.

Yustisia, Zakia, dan E. Canto. 2005. Hasil beberapa varietas kedelai di lahan bukaan baru dan pengaruh takaran pupuk N, P dan K terhadap produksi di lahan kering. *Jurnal Agronomi*. 9: 67-71.