

Peningkatan hasil panen kedelai (*Glycine max L.*) varietas Wilis melalui aplikasi biostimulan tanaman

Yield improvement of soybean (Glycine max L.) var. Wilis through application of organic plant biostimulant

Dini Astika SARI^{*)}, Irma KRESNAWATY, PRIYONO, Asmini BUDIANI & Djoko SANTOSO

Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia, Jl. Taman Kencana No. 1, Bogor 16128, Indonesia

Diterima tgl 26 Februari 2018 / disetujui tgl 12 Maret 2019

Abstract

The Indonesian government program of achieving self-sufficiency of soybean by 2020 requires technological innovations for the farmers. The use of plant biostimulant is an innovative strategy and proven previously to increase the productivity of several other food crops. The aim of this study was to analyze the effect of PPBBI biostimulant on the growth, productivity and quality of a Wilis variety of soybean under greenhouse conditions. PPBBI biostimulant at 10 ppm and 20 ppm, was applied using foliar spray method with 20 mL volume to each plant. The applications were carried out 1 time, 2 times and 3 times. Six biostimulant treatments showed significant positive effects on the vegetative growth rate, generative organ development, and yield. The biostimulant accelerated vegetative growth to enter the generative phase earlier compared to control plants. The period of generative organs maturity required for treated plants was 7-14 d shorter compared to control plants so that the harvest period was 21 d shorter. Weight per 100 seeds of the P2-3 (application 3 times at 20 ppm); P2-2 (application 2 times at 20 ppm); P2-1 (application 1 time at 20 ppm) and P1-3 (application 3 times at 10 ppm) treatments were 20.16 g; 17.65 g; 18.89 g and 16.89 g respectively with no significant difference, while the control plants was only 11.60 g. Based on the results of all parameters e.g. average number of seeds, average weight per seed, and potential for yield improvement, the treatment of P1-3 (application 3 times at 10 ppm) was the best treatment with potential yield increase by 59.06% and oil content by 11.37%.

[Key words: generative, organic biostimulant, productivity, vegetative]

Abstrak

Program pemerintah Indonesia untuk pencapaian swasembada kedelai pada tahun 2020 membutuhkan dukungan inovasi teknologi yang aplikatif untuk para petani. Biostimulan tanaman merupakan salah satu teknologi yang strategis dan

terbukti dapat meningkatkan produktivitas beberapa tanaman pangan. Tujuan penelitian ini untuk melakukan analisis pengaruh aplikasi biostimulan PPBBI terhadap partumbuhan, produktivitas dan kualitas hasil panen kedelai varietas Wilis pada kondisi rumah kaca. Biostimulan PPBBI dengan variasi konsentrasi 10 ppm (1) dan 20 ppm (2), diaplikasikan pada tanaman kedelai umur dengan metode penyemprotan lewat daun dengan volume 20 mL per tanaman. Penyemprotan dilakukan sebanyak (-1); (-2) dan (-3) kali aplikasi. Enam perlakuan biostimulan yang diujikan menunjukkan pengaruh positif yang signifikan terhadap kecepatan pertumbuhan vegetatif, stimulasi perkembangan organ generatif dan peningkatan hasil panen. Biostimulan PPBBI mempercepat laju pertumbuhan vegetatif untuk memasuki fase generatif lebih awal dibandingkan dengan tanaman kontrol. Masa perkembangan dan pemasakan organ generatif polong pada tanaman perlakuan menjadi lebih pendek 7-14 hari dibandingkan dengan tanaman kontrol sehingga secara keseluruhan masa panen tanaman perlakuan lebih singkat 21 hari. Bobot per 100 biji tanaman kedelai perlakuan P2-3; P2-2; P2-1 dan P1-3 tidak berbeda nyata berturut-turut mencapai 20,16 g; 17,65 g; 18,89 g; dan 16,89 g, sedangkan tanaman kontrol hanya 11,60 g. Berdasarkan hasil analisis seluruh peubah yaitu rerata jumlah biji, rerata bobot per biji, dan potensi produksi, maka perlakuan P1-3 (aplikasi tiga kali dengan dosis 10 ppm) merupakan perlakuan terbaik dengan potensi kenaikan produksi mencapai 59,06% dengan kadar lemak 13,7%.

[Kata kunci: biostimulan organik, generatif, produktivitas, vegetatif]

Pendahuluan

Kedelai (*Glycine max L. Merrill*) merupakan salah satu tanaman pangan sumber protein nabati yang penting di Indonesia dengan kandungan asam lemak tak jenuh yang cukup tinggi. Di Indonesia, kedelai telah ditetapkan sebagai salah satu komoditas pangan strategis yang masuk dalam program swasembada pangan nasional.

*) Penulis korespondensi: dini.astika@gmail.com

Hingga saat ini, kebutuhan kedelai nasional terus meningkat dan belum bisa dipenuhi dari produksi nasional sehingga angka impor terus meningkat. Pada tahun 1981 hingga tahun 2016, laju pertumbuhan rerata produksi kedelai domestik hanya sebesar 2,35% per tahun sedangkan laju pertumbuhan rerata konsumsi domestik terus meningkat. Pada tahun 2016, produksi kedelai domestik hanya mencapai 880.000 ton sedangkan konsumsinya mencapai 2,5 juta ton, dengan angka impor kedelai hampir mencapai 1,6 juta ton (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2016).

Ada dua faktor utama yang mendukung program kebijakan swasembada kedelai, dalam hal ini faktor yang menunjang peningkatan produksi total kedelai, yakni luasan lahan tanam dan produktivitas kedelai. Luasan lahan panen kedelai cenderung menurun sebesar 1,59% per tahun (Winarso, 2013) disebabkan adanya konversi lahan tanam untuk pemanfaatan non pertanian dan harga kedelai domestik yang sangat rendah sehingga kurang atraktif bagi petani untuk memperluas lahan tanam kedelai dibandingkan dengan komoditas pangan lainnya seperti padi dan jagung (Hadi, 2013). Faktor utama lainnya adalah produktivitas kedelai di Indonesia masih rendah hanya 1,3-1,57 ton/ha (BPS, 2015). Jika kita melihat pada ketersediaan varietas unggul yang telah dikembangkan oleh pemerintah, potensi produksi kedelai domestik harusnya mampu mencapai angka 3 ton/ha. Rerata laju peningkatan produktivitas kedelai di lapang juga rendah, berkisar dibawah 0,96%/tahun (Winarso, 2013). Dengan semakin menurunnya luasan lahan panen kedelai dan rendahnya laju peningkatan produktivitas kedelai di Indonesia, maka kontribusi impor kedelai masih memegang peranan yang cukup besar dalam pemenuhan konsumsi kedelai di Indonesia.

Pada tahun 2016, pemerintah menyebutkan strategi yang dapat dikembangkan untuk mendukung pencapaian produksi kedelai diantaranya adalah: intensifikasi, ekstensifikasi, program pengamanan produksi, dan peningkatan manajemen yang melibatkan seluruh lapisan pemegang kebijakan sampai tingkat daerah dan juga petani. Upaya peningkatan produktivitas kedelai pada tahun 2017 tidak hanya bergantung pada optimasi pengelolaan di lapang yang terbukti kurang efektif, namun adanya perakitan, diseminasi dan penerapan paket teknologi tepat guna yang spesifik pada kondisi lokasi tertentu, begitu juga dengan pengembangan teknologinya (Kementerian Pertanian, 2017). Salah satu upaya intensifikasi berbasis teknologi inovatif yang dapat dilakukan adalah melalui penggunaan biostimulan tanaman.

Biostimulan tanaman merupakan bahan yang mengandung satu atau lebih senyawa dan/atau mikroorganisme yang diformulasikan untuk

menstimulasi proses fisiologis tanaman berkaitan dengan efisiensi pengambilan dan pemanfaatan nutrisi oleh tanaman, serta mekanisme pengaturan ketahanan terhadap kondisi stres (biotik dan abiotik), sehingga dapat mengoptimalkan produksi tanaman tersebut dengan jumlah kebutuhan aplikasi yang sedikit (Sharma *et al.*, 2016; Jardin, 2015; Yakhin *et al.*, 2017). Biostimulan dibuat dari sumber bahan baku melimpah dan murah, namun kaya akan kandungan bioaktif sehingga dapat dikembangkan menjadi suatu teknologi *organic farming* yang berkelanjutan baik untuk bidang pertanian dan hortikultura (Michalak *et al.*, 2017; Hamed *et al.*, 2018). Kultur *in vitro* dengan aplikasi biostimulan pada kultur hipokotil tanaman terong juga menunjukkan efek yang sama dengan fitohormon sehingga mempercepat proses propagasi massal dengan tingkat keberhasilan tinggi (Satish *et al.*, 2014). Saat ini, teknologi biostimulan telah berkembang pesat dan aplikasinya sangat luas khususnya dalam perbaikan mutu produksi tanaman pangan, perkebunan dan hortikultura (Calvo *et al.*, 2014; Mahajan, 2014; Tanou *et al.*, 2017).

Biostimulan PPBBI merupakan salah satu formula biostimulan organik yang mengandung ekstrak rumput laut dan beberapa asam organik serta aktivator untuk menstimulasi sintesis minyak pada tanaman. Varian dari biostimulan tanaman ini telah diuji lapang dan terbukti dapat meningkatkan perkembangan struktur perakaran tanaman padi, jumlah malai anakan produktif pada padi, sehingga jumlah bulir padi yang diproduksi juga semakin meningkat. Uji lapang multilokasi pada tanaman jagung, kentang, bawang merah, teh, kelapa sawit, dan tebu menunjukkan bahwa biostimulan Citorin dan biostimulan PPBBI dapat meningkatkan produktivitas padi (25%), jagung (31%), kentang (30%), bawang merah (23%), teh (48%), kelapa sawit (30%) dan tanaman tebu (50%) (Santoso *et al.*, 2017; Putra *et al.*, 2017). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi biostimulan PPBBI terhadap pertumbuhan, produktivitas dan kualitas hasil panen kedelai varietas lokal.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilakukan pada skala rumah kaca, di Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia selama empat bulan mulai September hingga Desember 2017. Preparasi biostimulan PPBBI dilakukan sesuai dengan prosedur manual yang dikemukakan oleh Santoso *et al.*, (2017). Kedelai lokal yang digunakan adalah varietas Wilis berupa benih siap tanam yang ditumbuhkan dalam polibeg kapasitas 5 kg dengan media tanam berupa campuran *topsoil* : kompos : pasir dengan perbandingan 2 : 1 : 1 (v:v:v). Benih kedelai direndam dalam air sesaat

sebelum ditanam. Pemupukan dilakukan dua kali selama masa tanam yakni pemberian pupuk dasar 3 hari setelah tanam dalam polibeg dengan dosis konversi 2 g NPK dan 0,8 g SP-36. Benih ditanam dalam polibeg sebagai satuan unit sampel, dengan ketentuan 3 benih/polibeg, dan dilakukan seleksi 1 tanaman terbaik pada umur 7 hari.

Desain penelitian dengan dua faktor dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga ulangan. Faktor pertama adalah konsentrasi biostimulan yaitu: 10 ppm (P1-), dan 20 ppm (P2-). Faktor kedua adalah frekuensi aplikasi biostimulan pada daun (*foliar spray*) yang terdiri dari 3 macam, yaitu: 3 kali aplikasi pada saat pertumbuhan vegetatif, generatif, dan pembentukan polong (P1-3 dan P2-3), 2 kali aplikasi pada saat pertumbuhan vegetatif dan generatif (P1-2 dan P2-2), dan 1 kali aplikasi pada masa pembentukan polong saja (P1-1 dan P2-1). Perawatan tanaman dilakukan untuk menjaga kondisi iklim mikro sekitar rumah kaca, diantaranya yaitu: penyiraman, penyiangan gulma, dan pengelolaan hama dan penyakit. Suhu rumah kaca berkisar antara 28°C sampai 32°C.

Pengamatan untuk parameter pertumbuhan dan perkembangan vegetatif serta generatif dilakukan setiap 2 minggu sekali, meliputi: tinggi tanaman, jumlah daun, waktu berbunga, jumlah bunga terbentuk, dan perakaran. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan dari batang di atas tanah hingga pucuk teratas dari cabang tangkai daun terbaru. Perhitungan jumlah daun dilakukan terhadap daun efektif yang tumbuh. Jumlah bunga terbentuk dicatat masa awal pembungaan dan dilakukan perhitungan jumlah bunga produktif yang mulai tumbuh. Perhitungan laju perkembangan masing-masing variabel dihitung dengan rumus [(variabel terhitung minggu ini – variabel terhitung minggu sebelumnya) / variabel terhitung minggu sebelumnya]. Sebagai contoh untuk perhitungan laju perkembangan tinggi tanaman:

$$\frac{\text{tinggi tanaman minggu ini (cm)} - \text{tinggi tanaman minggu sebelumnya (cm)}}{\text{tinggi tanaman minggu sebelumnya (cm)}}$$

Pengamatan parameter komponen produksi dilakukan setelah masa panen yakni: bobot total biomassa, jumlah polong, bobot polong, isi polong, jumlah biji, bobot biji, dan bobot per seratus biji. Perhitungan dilakukan secara manual menggunakan bantuan timbangan digital untuk perhitungan bobot. Potensi produksi (kg/ha) dihitung berdasarkan kadar air biji yang seragam menggunakan rumus:

$$\frac{\text{rerata bobot basah biji (kg) per pokok}}{10000\text{m}^2} \times 500000 \text{ (jumlah acuan pokok tanam per ha)}$$

Biji yang telah dipanen kemudian dikeringkan untuk dilakukan analisis mutu panen yakni berupa kadar air dan kadar lemak. Perhitungan kadar air biji kedelai dilakukan dengan metode *air oven*

method yakni pengeringan dalam oven suhu 105°C selama 8 jam. Setelah kering biji disimpan dalam desikator selama kurang lebih 15 menit untuk kemudian ditimbang bobot keringnya, diulang sampai mendapatkan bobot stabil. Biji yang telah kering kemudian dihaluskan sampai berbentuk bubuk dan digunakan untuk analisis kadar lemak sebanyak 5 gr per sampel dengan tiga kali ulangan untuk masing-masing sampel. Analisis kadar lemak dilakukan menggunakan metode *soxhlet*. Data hasil pengamatan dianalisis secara statistik menggunakan metode ANOVA (Uji F) pada taraf uji 5% (P < 0.05). Perbedaan antar perlakuan diuji lebih lanjut menggunakan uji jarak berganda Duncan.

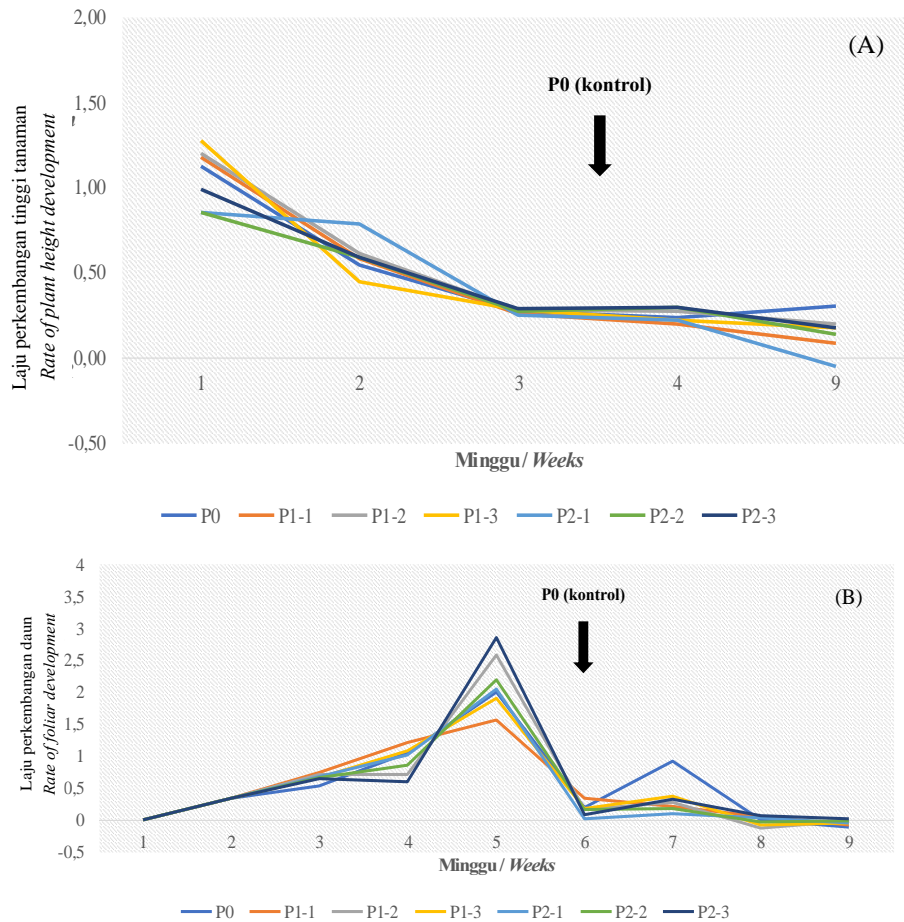
Hasil dan Pembahasan

Laju perkembangan organ vegetatif

Aplikasi biostimulan tanaman PPBBI dengan konsentrasi dan frekuensi aplikasi yang berbeda pada tanaman kedelai lokal var. Wilis menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan pada perkembangan vegetatif. Perbandingan laju perkembangan organ vegetatif khususnya untuk laju perkembangan tinggi tanaman dan daun disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 1. Pada data ini terlihat jelas bahwa secara umum laju pertumbuhan vegetatif tanaman kedelai tidak berbeda signifikan dibandingkan dengan P-0 (kontrol). *Trend* laju pertumbuhan tinggi tanaman dari semua perlakuan tanaman kedelai menunjukkan pada minggu ke-3 laju pertumbuhan mengalami *levelling off* menuju fase linier.

Namun demikian, terdapat perbedaan pola laju kecepatan pertumbuhan antara perlakuan biostimulan PPBBI dan kontrol. Hal ini dimulai pada minggu ke-3 hingga minggu ke-9 yang merupakan masa panen. Pada grafik laju perkembangan tinggi tanaman minggu ke-3 hingga ke-9, laju penambahan tinggi tanaman pada tanaman kontrol cenderung mengalami kenaikan sedangkan pada perlakuan adalah sebaliknya, laju pertumbuhan mengalami penurunan. Hal ini juga dibuktikan dengan grafik laju perkembangan daun, tanaman yang diberikan aplikasi biostimulan PPBBI cenderung mengalami fase *levelling off* secara drastis khususnya dari minggu ke-7 sampai masa panen. Sedangkan perlakuan kontrol, laju penambahan jumlah daun cenderung mengalami peningkatan pada minggu ke-7. Terbentuknya pola pertumbuhan yang cukup menarik ini dapat dijelaskan melalui tahapan perkembangan tanaman kedelai secara umum.

Tanaman kedelai merupakan salah satu tanaman yang terbagi menjadi 2 fase pertumbuhan utama, yakni masa pertumbuhan vegetatif dan masa pertumbuhan generatif. Masa pertumbuhan vegetatif (V) ditandai dengan



Gambar 1. Pengaruh biostimulan terhadap parameter pengamatan percepatan laju perkembangan organ vegetatif tanaman kedelai var. Wilis: A) Laju perkembangan tinggi tanaman dan B) Laju perkembangan daun.

Figure 1. Biostimulant effect on vegetative growth rate acceleration of soybean plant var. Wilis: A) Rate of plant height development and B) Rate of foliar development.

munculnya daun keping dan 2 daun tunggal, selanjutnya membentuk *trifoliolate leaves* pada buku utama di atasnya hingga mencapai pertumbuhan maksimal. Hal ini juga dibarengi dengan bertambahnya tinggi tanaman sampai tanaman kedelai memasuki fase generatif atau masa reproduktif (R) yang ditandai dengan munculnya bunga pada ketiak batang utama. Fase pertumbuhan vegetatif sangat bervariasi tergantung varietas yang ditanam dan dapat mencapai 15-21 HST (hari setelah tanam), yang kemudian dilanjutkan memasuki fase perkembangan organ generatif pada 19-39 HST (Ritchie, 1985). Pada saat memasuki fase reproduktif, masa pertumbuhan vegetatif cenderung mengalami penurunan dan terjadinya defoliiasi sangat dimungkinkan karena pengambilan nutrisi dan ketersediaan nutrisi difokuskan untuk perkembangan bunga sampai pembentukan polong dan pemasakan biji. Hal ini menunjukkan perlakuan biostimulan PPBBI memungkinkan adanya kecepatan proses fisiologis yang mengarahkan tanaman untuk memasuki fase generatif yang lebih awal dibandingkan dengan tanaman kontrol, ditandai

dengan kecepatan laju terbentuknya bunga dan polong. Hal ini merupakan indikasi yang baik dalam proses perkembangan tanaman kedelai, dimungkinkan karena penambahan aplikasi biostimulan dapat menyediakan dan menstimulasi kerja dari hormon auksin dan sitokinin dalam jumlah yang lebih besar sehingga tanaman mengalami efisiensi perkembangan pada organ akar, daun dan batang.

Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa ekstrak rumput laut sebagai biostimulan mengandung hormon auksin dan sitokinin mampu meningkatkan efisiensi sel dalam melakukan rangkaian proses fotosintesis. Ketersediaan energi dan sumber nutrisi yang meningkat salah satunya dapat menjadi faktor untuk menginduksi pertumbuhan akar lebih cepat sehingga proses pengambilan nutrisi tanaman oleh akar dapat berlangsung lebih optimal (Calvo *et al.*, 2014; Rathore *et al.*, 2008; Mahajan, 2014). Vijayanad *et al.*, (2014) juga melaporkan hasil analisis kandungan ekstrak cair dari rumput laut *Sargassum wightii* diantaranya adalah adanya kandungan Ca, Cu, Mg, Zn, Co, Na, Mn dengan tingkat yang cukup memenuhi kebutuhan nutrisi

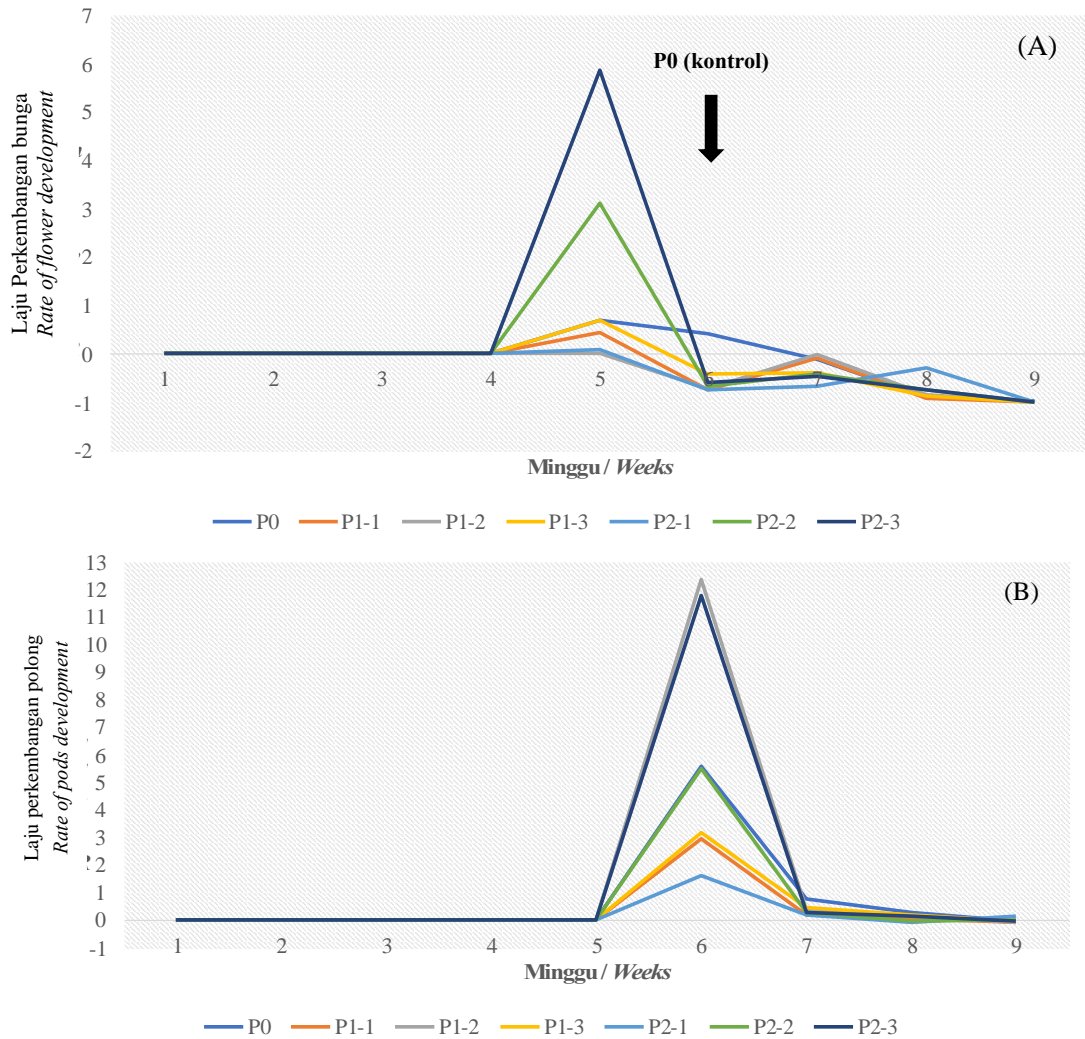
tanaman selama aplikasi, kandungan Mg diketahui paling tinggi yakni mencapai 16,31 mg/L. Magnesium dikenal memiliki fungsi yang penting dalam pembentukan pigmen klorofil yang akan membantu efisiensi proses fotosintesis tanaman. Analisis kandungan fitohormon juga menyebutkan bahwa pada ekstrak rumput laut coklat tersebut, kandungan sitokinin ditemukan 2 kali lebih tinggi (5,5 mg/L) dibandingkan dengan auksin (2,5 mg/L) dan juga giberelin (2,8 mg/L). Hasil analisis kandungan senyawa tersebut dapat menjelaskan bahwa peran dari adanya sitokinin, auksin dan giberelin yang memadai dapat membantu optimasi proses fisiologis tanaman dalam mempercepat laju pertumbuhan vegetatif tanaman. Sitokinin dan auksin berperan dalam pembelahan sel khususnya merangsang pembentukan akar, batang serta pertumbuhan daun dan pucuk, sedangkan giberelin bekerja secara sinergis dengan auksin dalam hal perkecambahan embrio, namun fungsi utama lainnya yang berpengaruh adalah giberelin dapat memaksimalkan proses pembentukan biji dengan merangsang pembentukan bunga. Putra *et al.*, (2017) juga melaporkan aplikasi biostimulan pada tanaman tebu di polibeg mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman, meningkatkan tingkat kehijauan daun, serta meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan akar. Hal ini meningkatkan toleransi tanaman tebu terhadap cekaman kekeringan dan memperbaiki kualitas panen tebu.

Perkembangan organ generatif

Pada minggu ke-4 setelah tanam, parameter pertumbuhan organ reproduktif seperti munculnya bunga sudah dapat teramati. Hasil pengamatan perkembangan organ reproduktif disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 2. Data tersebut menunjukkan bahwa pada minggu ke-4, perlakuan aplikasi biostimulan mempercepat pembentukan bunga dibandingkan dengan perlakuan kontrol, khususnya perlakuan menggunakan biostimulan 20 ppm dengan dua dan tiga kali aplikasi (P2-2 dan P2-3). Hal yang menarik juga teramati pada pola perkembangan organ generatif bunga antara tanaman kontrol dan perlakuan. Pada minggu ke-4 sebagai inisiasi pembentukan organ bunga, semua tanaman perlakuan mengalami peningkatan yang cukup signifikan namun juga menurun secara drastis pada minggu selanjutnya, yakni minggu ke-5 dan pada minggu ke-6 sudah mengalami fase statis dimana perkembangan bunga mulai terhenti. Sedangkan tanaman kontrol masih mengalami peningkatan laju perkembangan organ bunga hingga minggu ke-6. Selanjutnya, jika melihat pada grafik perkembangan polong yang diinisiasi pada minggu ke-5, tanaman kedelai dengan perlakuan biostimulan PPBBI mengalami perkembangan jumlah polong yang sangat

meningkat dibandingkan dengan tanaman kontrol. Laju perkembangan pembentukan polong ini semakin meningkat sampai minggu ke-6 untuk tanaman perlakuan, dan mengalami penurunan pada minggu ke-7 sampai masa panen. Berbeda dengan tanaman kontrol, pada minggu ke-5 sampai minggu ke-8, peningkatan jumlah polong teramati masih terus meningkat hingga minggu ke-8. Arioli *et al.*, (2015) menyebutkan bahwa aplikasi biostimulan berbasis ekstrak rumput laut telah berkembang secara masif di negara Australia untuk kawasan pertanian yang luas. Hal ini diperkuat dengan hasil penelitian terbaru oleh Stirk *et al.*, (2014) bahwa terdapat hormon *brassinosteroid* dan *strigolactones* yang berfungsi dalam induksi pembungaan, memperbaiki struktur tanaman, meningkatkan toleransi tanaman terhadap cekaman dan juga berperan dalam sistem imunitas bawaan. Secara agronomi, adanya penambahan kandungan hormon dalam formula biostimulan tersebut meningkatkan produktivitas tanaman dengan meningkatkan kemampuan fisiologis tanaman. Beberapa sifat fisiologis yang telah terbukti meningkat setelah aplikasi biostimulan diantaranya: keberhasilan perkecambahan biji, memperkuat dinding sel untuk mekanisme pertahanan dari serangan serangga dan fungi, meminimalisir efek dari cekaman panas ataupun kondisi beku, menstimulasi perkembangan masa pembungaan dan tumbuhnya tunas, meningkatkan kualitas hasil, ukuran dan rasa, menekan pertumbuhan penyakit yang disebarkan dari dalam tanah dan serangan nematoda, meningkatkan kualitas dan kesehatan perakaran tanaman, meningkatkan nodulasi dan mendukung pertumbuhan *Rhizobacteria* (Arioli *et al.*, 2015).

Pola pertumbuhan vegetatif dan generatif antara tanaman perlakuan dan tanaman kontrol menunjukkan variasi yang sangat nyata. Laju pertumbuhan vegetatif pada tanaman kontrol mengalami kecenderungan terus meningkat hingga minggu ke-6 sedangkan pada tanaman perlakuan laju pertumbuhan vegetatif cenderung mengalami penurunan mulai minggu ke-4 dan memasuki fase perkembangan organ reproduktif yang lebih awal daripada tanaman kontrol. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2. yang menunjukkan laju perkembangan bunga dan polong pada tanaman perlakuan sangat berbeda dibandingkan dengan tanaman kontrol. Selain itu, periode perkembangan organ reproduktif pada tanaman kedelai yang diberi perlakuan juga lebih singkat 7-14 hari dibandingkan tanaman kontrol. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Vijayanand *et al.*, (2014) yang menyatakan bahwa adanya kandungan fitohormon yang kompleks pada biostimulan berbasis rumput laut, khususnya sitokinin pada tingkat yang cukup tinggi membantu untuk mengoptimalkan mobilisasi nutrisi pada organ vegetatif dan organ



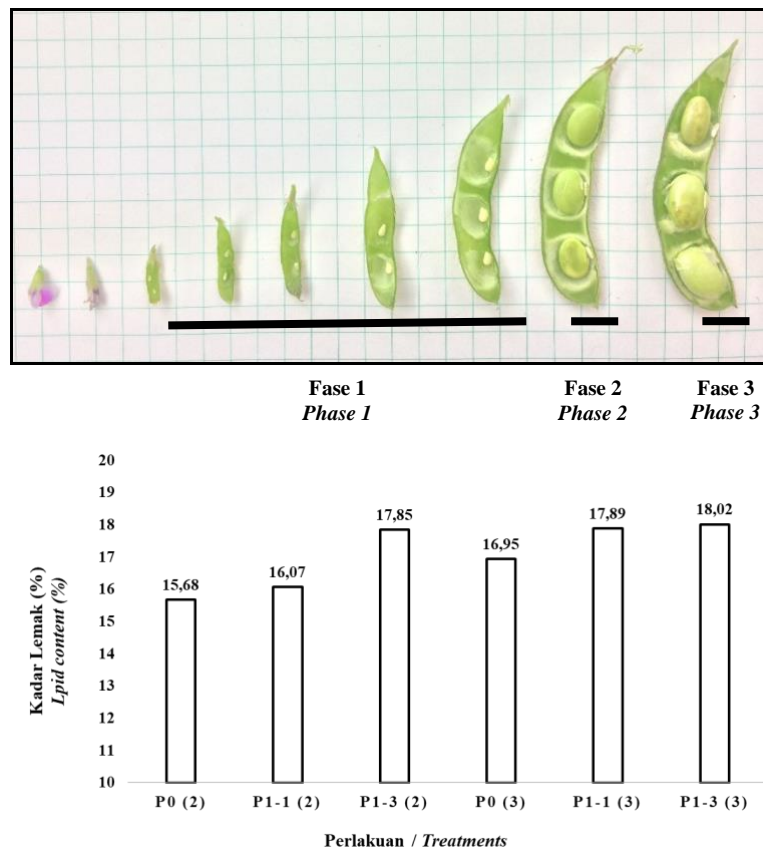
Gambar 2. Pengaruh biostimulan terhadap percepatan laju perkembangan generatif tanaman kedelai var. Wilis: A) Laju perkembangan bunga dan B) Laju perkembangan polong.

Figure 2. Biostimulant effect on generative developmental rate acceleration of soybean plant var. Wilis: A) Rate of flower development and B) Rate of pods development.

reproduktif, sekaligus menginduksi sintesis sitokinin endogen dalam tanaman itu sendiri. Peningkatan kandungan sitokinin inilah yang kemudian menghasilkan ketersediaan sitokinin berlebih pada proses perkembangan organ reproduktif tanaman dan menginduksi pembungaan lebih optimal. Secara umum, perlakuan terbaik aplikasi biostimulan tanaman terhadap parameter perkembangan generatif adalah perlakuan P2-2 dan P2-3 yakni aplikasi konsentrasi biostimulan 20 ppm, dengan 2 dan 3 kali frekuensi penyemprotan daun yakni pada masa inisiasi pertumbuhan vegetatif yakni 7 HST, pada masa inisiasi pembungaan yakni 24 HST, dan masa inisiasi pembentukan polong yakni 32 HST.

Aplikasi biostimulan ke-3 dilakukan saat masa inisiasi polong dengan tujuan menentukan apakah terdapat pengaruh penambahan aktivator pada proses sintesis lemak terhadap kadar lemak total

biji kedelai panen. Parameter yang diuji untuk mengamati perbedaan tersebut adalah dengan menganalisa kadar lemak total biji polong pada dua fase perkembangan (Gambar 3), yaitu pada biji polong yang sedang mengalami fase perkembangan 2 yakni tahap awal dan fase perkembangan 3 sebelum biji mengalami pemasakan. Terdapat perbedaan antara biji kontrol dengan perlakuan, terutama pada perlakuan dengan aplikasi 3 kali. Pada tahap awal perkembangan, perlakuan aplikasi penyemprotan pada masa inisiasi polong (perlakuan P1-3) menunjukkan perbedaan kadar lemak yang tidak cukup berbeda dengan kontrol, namun menuju pemasakan biji yakni pada fase 3, perbedaan kadar lemak mencapai 5,8%. Hal ini menunjukkan efektivitas dari keberadaan aktivator yang merupakan salah satu kunci dalam mengaktifasi proses sintesis lemak di dalam biji polong



Gambar 3. Kadar lemak terukur pada berbagai fase perkembangan biji (fase 1; fase 2 dan fase 3) dengan perlakuan 10 ppm dan tiga kali aplikasi [P1-3] biostimulan PPBBI.

Figure 3. Lipid content in different developmental phase (phase 1; 2 and 3) of soybean seeds under best treatment (application 3 times at 10 ppm [P1-3]) of biostimulant PPBBI.

Mutu panen kedelai

Analisis mutu panen kedelai dilakukan setelah tanaman mencapai masa pemasakan sempurna yang secara morfologi ditandai dengan adanya defoliasi daun berlebih hingga tanaman mengering. Batang dan warna polong juga didominasi warna kuning serta kecoklatan, dengan kondisi polong kering. Pada penelitian kali ini, masa panen antara tanaman kedelai kontrol dengan perlakuan menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan. Tanaman kedelai dengan perlakuan biostimulan menunjukkan masa masak biji yang lebih singkat sehingga masa panen lebih awal dibandingkan dengan tanaman kontrol. Keseluruhan total masa tanam kedelai perlakuan adalah 67 hari sedangkan tanaman kedelai kontrol mencapai 88 hari. Terdapat selisih 21 hari kecepatan masa panen tanaman kedelai perlakuan biostimulan PPBBI dengan kontrol.

Analisis selanjutnya dilakukan untuk mengamati data parameter peningkatan produktivitas hasil panen yang tersaji pada Tabel 1. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa terdapat peningkatan yang cukup signifikan pada produktivitas tanaman kedelai

aplikasi biostimulan PPBBI dibandingkan dengan kontrol. Hal ini sesuai dengan yang telah dilaporkan oleh Rafiee *et al.*, (2016) dan Shukla *et al.*, (2017) yang menyatakan bahwa biostimulan berbasis rumput laut mampu memberikan efek yang sangat baik bagi tanaman diantaranya adalah meningkatkan mutu dan hasil panen. Secara keseluruhan, potensi kenaikan produksi terendah adalah perlakuan P1-1, yakni 14,57% dan peningkatan tertinggi adalah P1-3 yakni 59,06% dari kontrol. Angka peningkatan ini dinilai cukup tinggi untuk produktivitas tanaman kedelai dalam kondisi rumah kaca. Persentase kadar lemak yang dihasilkan dari perlakuan P1-3 juga menunjukkan kadar lemak tertinggi dari semua perlakuan yang diberikan, yakni mencapai 22,29% dan berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol sebesar 19,59% dengan peningkatan kadar lemak 13,7%. Peningkatan kadar lemak ini distimulasi oleh adanya aktivator dalam biostimulan PPBBI yang merupakan salah satu aktivator enzim kunci untuk sintesis lemak dalam biji kedelai. Dari seluruh perlakuan yang ada, perlakuan biostimulan PPBBI pada konsentrasi 10 ppm dan 20 ppm dengan frekuensi aplikasi 2 kali, yakni pada saat pertumbuhan awal vegetatif &

Tabel 1. Pengaruh biostimulan PPBBI terhadap produksi kedelai panen var. Wilis.
 Table 1. *Bio stimulant effects on the yield parameter of harvested soybean plants.*

Perlakuan <i>Treatment</i>	Bobot total biomassa panen (g) <i>Total biomass (g)</i>	Jumlah polong (buah) <i>Pod number</i>	Bobot basah polong (g) <i>Pod fresh weight (g)</i>	Bobot per polong (g) <i>Weight per pod (g)</i>	Jumlah biji (buah) <i>Seeds number per pod</i>	Bobot basah biji (g) <i>Seeds fresh weight (g)</i>	Bobot per 100 biji (g) <i>Weight per 100 seeds (g)</i>	Kadar lemak biji (%) <i>Oil content (%)</i>	Produksi (kg/ha) <i>Yield (kg/ha)</i>	Kenaikan produksi (%) <i>Yield improvement (%)</i>
P0	58,55 b	102 a ^{*)}	37,88 a	0,38 b	222 a	25,4 bc	11,60 b	19,59 b	1.270	0
P1-1	67,25 b	109 a	41,86 a	0,42 ab	227 a	30,2 b	14,20 ab	19,29 b	1.510	18,89
P1-2	96,075 a	126 a	45,14 a	0,40 ab	228 a	32,7 b	16,13 a	21,37 a	1.635	28,74
P1-3	106,55 a ^{*)}	98 ab	49,86 a	0,50 ab	241 a	40,4 a	16,89 a	22,29 a	2.020	59,06
P2-1	68,65 b	69 b	46,85 a	0,73 a	154 b	29,1 b	18,89 a	19,53 b	1.455	14,57
P2-2	87,15 ab	103 a	46,85 a	0,49 ab	220 a	38,5 ab	17,65 a	20,33 ab	1.925	51,57
P2-3	88,15 ab	84 ab	45,55 a	0,62 a	186 ab	37,2 ab	20,16 a	20,38 ab	1.860	46,46

*) Angka dalam kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada $\alpha = 0,05$

**) P1 – Perlakuan dengan 10 ppm; P2 – Perlakuan dengan 20 ppm; -1 (1 kali aplikasi pada 32 HST); -2 (2 kali aplikasi pada 7 dan 24 HST); -3 (3 kali aplikasi pada 7; 24 dan 32 HST)

*) Means in the same column followed by the same letters are not significantly different according to Duncan's multiple range test at $\alpha = 0.05$.

**) P1 – Treatment at 10 ppm; P2 – Treatment at 20 ppm; -1 (1 time application at 32 DAP); -2 (2 times application at 7 and 24 DAP); -3 (3 times application at 7; 24 and 32 DAP)

generatif; dan frekuensi aplikasi 3 kali, yakni pada saat pertumbuhan awal vegetatif, perkembangan generatif dan perkembangan polong menunjukkan perbedaan nyata dengan kontrol. Namun, perlakuan biostimulan pada semua konsentrasi dengan frekuensi aplikasi 1 kali pada perkembangan polong saja tidak menunjukkan perbedaan kenaikan kadar lemak yang nyata. Hasil yang didapatkan dapat menjadi dasar pertimbangan untuk rekomendasi frekuensi aplikasi biostimulan PPBBI di lapangan bahwa aplikasi terbaik adalah 3 kali aplikasi.

Hasil yang penting pada penelitian skala rumah kaca ini adalah rerata bobot per 100 biji pada tanaman perlakuan meningkat. Rerata bobot biji akan mempengaruhi produksi per tanaman. Menurut buku deskripsi varietas unggul kedelai 1918-2016 yang diterbitkan oleh Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Anonim, 2016), tanaman kedelai varietas Wilis memiliki bobot per 100 biji kurang lebih 10 g. Sedangkan, dari hasil penelitian ini, bobot per 100 biji dapat meningkat hingga 20,16 g. Hasil peningkatan produktivitas ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Kocira *et al.*, (2016) yang menyatakan bahwa biostimulan berbasis ekstrak rumput laut memiliki efek stimulasi terhadap peningkatan produktivitas panen dan kualitas

biji panen khususnya yang bersifat nutrasetikal pada tanaman biji-bijian. Namun, selain bobot per 100 biji, jumlah biji per pokok produktif juga perlu diperhatikan, sehingga jika dianalisis secara ekonomi, potensi produksi tanaman kedelai yang diberi aplikasi biostimulan PPBBI P1-3 (konsentrasi 10 ppm; dengan 3 kali frekuensi aplikasi) menunjukkan hasil produksi dengan jumlah biji dan bobot biji yang paling baik. Jika dilihat pada data hasil pengamatan terhadap parameter vegetatif, generatif, dan produksi, maka perlakuan biostimulan PPBBI pada konsentrasi lebih tinggi yakni 20 ppm tidak selalu menunjukkan pengaruh yang sangat signifikan dibandingkan dengan perlakuan pada konsentrasi yang lebih rendah, yakni 10 ppm. Hasil tersebut berkorelasi pada hasil penelitian sebelumnya bahwa aplikasi biostimulan diperlukan pada konsentrasi rendah dan dalam jumlah sedikit, seperti kandungan poliamin yang dilaporkan dapat membantu regulasi pertumbuhan dan perkembangan organ tanaman hanya pada konsentrasi micromolar, sehingga ekstrak rumput laut pada konsentrasi 1,5% menunjukkan pengaruh yang signifikan untuk menginduksi pertumbuhan dan meningkatkan hasil mutu panen tanaman, sedangkan konsentrasi yang lebih tinggi dari 1,5% dapat menunjukkan efek inhibisi pada

tanaman (Michalak *et al.*, 2017; Vijayanand *et al.*, 2014; Jardin, 2015), khususnya pada konsentrasi tinggi biostimulan berbasis ekstrak rumput laut dapat menghambat pertumbuhan akar tanaman (Anisimov *et al.*, 2013).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, perlakuan aplikasi biostimulan terbaik adalah P1-3, yakni dengan konsentrasi biostimulan 10 ppm dengan 3 kali frekuensi penyemprotan pada daun. Aplikasi ini dapat mempercepat masa panen hingga 21 hari dan dapat meningkatkan potensi produksi sampai 59,06% dan potensi kenaikan kadar lemak 13,7%.

Saran

Penelitian mengenai pengaruh aplikasi biostimulan PPBBI di lapang perlu dilakukan untuk melihat potensi peningkatan produktivitas kedelai pada taraf petani.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Hery Hudoyono, SPt. dan tim produksi biostimulan atas bantuannya menyediakan larutan stok biostimulan PPBBI dan pekerjaan rumah kaca.

Daftar Pustaka

Anisimov MM, EL Chaikina, AG Klykov & VA Rasskazov (2013). Effect of seaweeds extracts on the growth of seedling roots of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) is depended on the season of algae collection. *Agr Sci Dev* 2(8), 67–75.

Anonim (2016). *Deskripsi varietas unggul kedelai 1918-2016*. Malang, Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi.

Arioli T, SW Mattner, & PC Winberr (2015). Application of seaweed extracts in Australian agriculture: past, present and future. *J Appl Phycol* 27, 2007-2015.

Calvo P, L Nelson, & JW Klopper (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil* 383, 3-41.

Hadi A (2013). Analisis produksi dan konsumsi kedelai domestik dalam rangka mencapai swasembada kedelai di Indonesia [Skripsi]. Bogor, Institut Pertanian Bogor.

Hamed SM, AA Abd El-Rhman, N Abdel-Raouf & ABM Ibraheem (2018). Role of marine macroalgae in plant protection & improvement for sustainable agriculture technology. *Beni-Suef Univ. J Basic and Appl Sci* 7, 104–110.

Jardin P (2015). Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Sci Hort.* 196, 3-14.

Kementrian Pertanian (2017). *Petunjuk teknis pengelolaan produksi aneka kacang dan umbi tahun 2017*. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, Kementerian Pertanian.

Kocira A, M Swieca, S Kocira, U Zlotek & A Jakubczyk (2016). Enhancement of yield, nutritional and nutraceutical properties of two common bean cultivars following the application of seaweed extract (*Ecklonia maxima*). *Saudi J Biol Sci* 25, 563–571.

Mahajan GM (2014). *Effect of foliar application of seaweed extract and plant growth regulators on growth, productivity and quality of soybean Glycine max L. Merrill. submitted as Thesis*. Jabalpur, India. Jawaharlal Nehru Krishl Vishwa Vidyalaya.

Michalak I, A Dmytryk, G Schroeder & K Chojnacka (2017). The application of homogenate and filtrate from Baltic seaweeds in seedling growth tests. *Appl Sci* 7 (230), 1-19.

Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian (2016). *Outlook komoditas pertanian sub sektor tanaman pangan: kedelai*. Kementerian Pertanian.

Putra SM, P Susanti, DM Amanah, BK Umahati, SJ Pardal & D Santoso (2017). Pengaruh biostimulan terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman tebu varietas PSJT-941. *Menara Perkebunan* 85(1), 37-43.

Rafiee H, BH Naghdi, A Mehrafarin, A Qadari, N Zarinpanjeh, A Sekara & E Zand (2016). Application of plant biostimulants as new approach to improve the biological responses of medicinal plants. *Medicinal Plants* 15(59), 6–39.

Rathore SS, DR Chaudhary, GN Boricha, A Ghosh, BP Bhatt, ST Zodape & JS Patolia (2008). Effect of seaweed extract on the growth, yield and nutrient uptake of soybean (*Glycine max*) under rainfed conditions. *South African Bot* 75, 351-355.

Ritchie SW (1985). *How a soybean plant develops*. Ames, Iowa, Iowa State University of Science and Technology Cooperative Extension Service.

Santoso D, A Gunawan, A Budiani & Priyono (2017). Plant biostimulant to improve crops productivity and planters profit, *presented in Intl. Biotech. Conf. on Estate Crops*. Jakarta, 18-19 October 2017.

Satish L, R Rameshkumar, P Rathinapriya, S Pandian, AS Rency, T Sunitha & M Ramesh (2014). Effect of seaweed liquid extracts and plant growth regulators on in vitro mass propagation of brinjal (*Solanum melongena* L.) through hypocotyl and leaf disc explants. *J Appl Phycol* 27, 993–1002.

Sharma HS, C Fleming, C Selby, JR Rao & T Martin (2014). Plant biostimulants: a review

- on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. *J Appl Phycol* 26, 465–490.
- Shukla PS, K Shotton, E Norman, W Neily, AT Critchley & B Prithviraj (2017). Seaweed extracts improve drought tolerance of soybeans by regulating stress-response genes, *AoB PLANTS* 10 (1), 1-8. doi: 10.1093/aobpla/plx051
- Stirk WA, D Tarkowska, V Turecova, M Strnad & J van Staden (2014). Abscisic acid, gibberellins and brassinosteroids in Kelpak®, a commercial seaweed extract made from *Ecklonia maxima*. *J Appl Phycol* 26, 561-567.
- Tanou G, V Ziogas & A Molassiotis (2017). Foliar nutrition, biostimulants and prime-like dynamics in fruit tree physiology: new insights on and old topic. *Plant Nutrition: Frontiers in Plant Sci* 8(75), 1-9.
- Vijayanad N, SS Ramya & S Rathinavel (2014). Potential of liquid extracts of *Sargassum wightii* on growth, biochemical and yield parameters of cluster bean plant. *Asian Pacific J Reprod* 3(2), 150-155.
- Winarso B (2013). Kebijakan pengembangan komoditas tanaman pangan dalam mendukung program master plan percepatan dan perluasan pembangunan ekonomi Indonesia (MP3EI) studi kasus di propinsi Gorontalo. *Penelitian Pertanian Terapan* 13(2), 85-102.
- Yakhin OI, Lubyaynov AA, Yakhin IA and Brown PH (2017) Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective. *Front. Plant Sci* 7(2049), 1-32. doi: 10.3389/fpls.2016.02049