

Pengaruh Konsentrasi Pyraclostrobin terhadap Kandungan Protein, Lemak dan Fenolik Total Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.) Klon ICCRI 04 dan Scavina 6

The Effect of Pyraclostrobin Concentration in Protein, Fat and Total Phenolic Content in Cocoa Beans (*Theobroma cacao* L.) Clones ICCRI 04 and Scavina 6

Ratnasani Ambarwati Siniwi¹⁾, Eka Tarwaca Susila Putra²⁾, Dyah Weny Respatie²⁾

¹⁾ Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada

²⁾ Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada

^{*)} Penulis untuk korespondensi E-mail: ekatarwaca79@gmail.com

ABSTRACT

*Production and quality of cocoa in Indonesia is currently experiencing a decline due to pest attacks *Phytophthora palmivora*. One of the efforts is the active ingredient pyraclostrobin fungicide application as handling the disease by *Phytophthora palmivora* as well as Plant Growth Regulator. This study aims to determine the optimum concentration of pyraclostrobin in the improvement of protein, fat, and total phenolic cocoa beans on each set of research clones ICCRI 04 and Scavina 6. The experiment was arranged in a Randomized Completed Block Design (RCBD) single factor with three blocks as replications. A set of experiments was treated concentration of pyraclostrobin and applied to two types of cocoa from SE clones are ICCRI 04 and Scavina 6 separately. The concentration of pyraclostrobin tested in this study were 0, 63, and 126 ppm. Spraying pyraclostrobin done in four times, 1) during the formation of primordia interest, 2) when flowers are entering a phase of anthesis on day 21, 3) when the formation of the valve cocoa on day 50, and 4) time of 75 days after flowering. Data were analyzed of variance (ANOVA) at the level of 95%, and continued with the Least Significant Difference (LSD) if the results of analysis of variance showed significant differences among treatments. Pyraclostrobin optimal concentration for the improvement of the quality of cocoa beans (with an indication of the form of increased concentrations, protein, fat, and total phenolic) as well as observation of the relationship between variables were determined using regression analysis. The results of the study provide information that rising concentrations of pyraclostrobin given to the cocoa crop clones ICCRI 04 up to 126 ppm significantly increased the nitrate reductase activity and protein and fat content in the beans. While the increase in the concentration of pyraclostrobin up to 126 ppm in clones Scavina 6 does not provide the improvement of the quality indicators of cocoa beans are protein, fat, and total phenolic.*

Keywords: pyraclostrobin, protein, fat, total phenolic

INTISARI

Produksi dan kualitas kakao di Indonesia saat ini mengalami penurunan karena serangan hama *Phytophthora palmivora*. Salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan aplikasi fungisida berbahan aktif pyraclostrobin sebagai penanganan penyakit oleh *Phytophthora palmivora* sekaligus sebagai Plant Growth Regulator. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi pyraclostrobin yang optimum dalam perbaikan kandungan protein, lemak, dan fenolik total biji kakao pada setiap set penelitian klon ICCRI 04 dan klon Scavina 6. Percobaan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) faktor tunggal dengan tiga blok sebagai ulangan. Satu set percobaan diperlakukan konsentrasi pyraclostrobin dan diaplikasikan pada dua macam klon kakao asal SE yaitu ICCRI 04 dan Scavina 6 secara terpisah. Adapun konsentrasi pyraclostrobin yang diuji pada penelitian ini adalah 0, 63, dan 126 ppm. Penyemprotan pyraclostrobin dilakukan sebanyak empat kali, yaitu 1) saat terbentuknya primordia bunga, 2) saat bunga memasuki fase anthesis pada hari ke-21, 3) saat terbentuknya pentil kakao pada hari ke-50, dan 4) saat hari ke-75 setelah pembungaan. Data yang diperoleh dianalisis varian (ANOVA) pada taraf kepercayaan 95%, dan dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) jika hasil analisis varian menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan. Konsentrasi pyraclostrobin yang optimal untuk perbaikan kualitas biji kakao (dengan indikasi berupa kenaikan konsentrasi, protein, lemak, dan fenolitik total) serta hubungan antar variabel pengamatan ditentukan menggunakan analisis regresi. Hasil penelitian memberikan informasi bahwa kenaikan konsentrasi pyraclostrobin yang diberikan pada tanaman kakao klon ICCRI 04 sampai dengan 126 ppm secara nyata meningkatkan aktivitas nitrat reduktase serta kandungan protein dan lemak dalam biji. Sedangkan kenaikan konsentrasi pyraclostrobin sampai dengan 126 ppm pada klon Scavina 6 tidak memberikan perbaikan terhadap indikator kualitas biji kakao yaitu kandungan protein, lemak, dan fenolik total biji kakao.

Kata kunci : pyraclostrobin, protein, lemak, fenolik total

PENDAHULUAN

Saat ini kakao masih menjadi komoditas yang patut diperhitungkan di mengingat Indonesia merupakan produsen kakao ketiga di dunia setelah Pantai Gading dan Ghana. Namun, beberapa tahun terakhir terjadi penurunan produksi kakao pada tahun 2012 sebesar 740.513 ton menjadi 701.229 ton pada tahun 2015 (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2014). Beberapa masalah melatarbelakangi penurunan produksi kakao di Indonesia. Beberapa diantaranya adalah karena penurunan luas produksi pertanaman kakao dan serangan busuk buah *Phytophthora palmivora*. Kehilangan produksi oleh patogen dan jamur mampu menyebabkan kehilangan hasil 10% hingga 30% (Umayah dan Purwantara, 2006). Jamur patogen dapat menyerang jaringan daun dan menyebabkan nekrosis. Nekrosis pada daun akan mengurangi daerah efisiensi fotosintesis. Selanjutnya efisiensi fotosintesis akan menurun karena terjadinya pengalihan distribusi asimilat dari

yang seharusnya digunakan untuk pengisian biji menjadi digunakan oleh patogen dan jamur serta mekanisme pertahanan tanaman (Venancio et al., 2003). Hal tersebut dapat secara berkesinambungan menurunkan mutu biji kakao yang dihasilkan sehingga upaya pengendalian jamur patogen pada kakao diharapkan dapat meningkatkan kualitas biji kakao. Kualitas biji kakao juga dapat ditingkatkan melalui perbaikan aktivitas metabolisme tanaman. Metabolisme tanaman yang membaik mampu meningkatkan jumlah bahan aktif yang dapat ditranslokasikan ke dalam biji terutama dalam bentuk protein, lemak, dan fenolik total. Kualitas biji kakao menentukan cita rasa dan aroma khas kakao. Biji kakao yang baik mengandung lemak 49-52%, karbohidrat 14%, protein 9%, serta polifenol sebanyak 6%.

Hal yang perlu dilakukan untuk emningkatkan mutu biji kakao adalah dengan perbaikan kualitas polong. Kualitas polong dapat ditingkatkan dengan perbaikan kesehatan tanaman kakao. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk perbaikan kesehatan tegakan kakao adalah menekan kejadian gugur bunga, layu pentil, dan busuk buah menggunakan fungisida sistemik yang sekaligus berperan sebagai *Plant Growth Regulator* (PGR). Pemberian fungisida berbahan aktif *pyraclostrobin* dinilai dapat menekan terjadinya pengguguran bunga, layu pentil, dan busuk buah oleh jamur *Phytophthora palmivora* (Putra et al., 2014). *Pyraclostrobin* adalah salah satu bagian dari *strobilurin* yaitu sejenis fungisida yang dikembangkan sebagai spektrum fungisida yang berfungsi sebagai preventif, kuratif, translaminar, dan *locosystemic properties*. Cara kerja yang dilakukan adalah menghambat respirasi mitokondria dengan menutup transfer elektron pada bc1 kompleks sehingga bc1 kompleks tidak memiliki kemampuan untuk menyalurkan elektron dalam mitokondria (Ammerman et al. 2000).

Pyraclostrobin selain memiliki fungsi utama sebagai fungisida juga sekaligus dapat berfungsi sebagai *Plant Growth Regulator* (PGR). Salah satu peran *Pyraclostrobin* sebagai PGR adalah meningkatkan kemampuan tanaman dalam mensintesis N dan protein. Peningkatan tersebut merupakan dampak dari perbaikan kinerja nitrat reduktase pada tanaman yang mendapatkan aplikasi *pyraclostrobin*. Sistensis N dan protein yang tinggi berpotensi memperbaiki mutu produk tanaman khususnya yang berkaitan dengan variabel protein, lemak, dan fenolik total (Venancio et al., 2003). Salah satu produk tanaman yang diduga membaik kualitasnya setelah pertanaman diberi perlakuan *Pyraclostrobin* adalah biji kakao. Biji kakao yang bermutu lebih baik mampu menghasilkan produk turunan yang juga lebih berkualitas dalam bentuk *butter, liquor, powder*, dan lain-

lain. Berkaitan dengan hal tersebut, maka kajian yang dimaksudkan untuk mengentuhi peranan *pyraclostrobin* dalam jalur biosintesis protein, lemak, dan fenolik total pada pertanaman kakao perlu untuk dilaksanakan. Adapun fokus kajian adalah menentukan konsentrasi *pyraclostrobin* yang optimum dalam perbaikan kandungan protein, lemak, dan fenolik total biji kakao klon ICCRI 04 serta klon Scavina 6 pada setiap set pengamatan yang berbeda.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di perkebunan kakao milik PT. Pagilaran di Unit Produksi Segayung Utara, Kecamatan Tulis, Kabupaten Batang, Jawa Tengah pada bulan November 2015-Mei 2016. Selanjutnya dilakukan pengamatan analisis jaringan tanaman di laboratorium Ilmu Tanaman, Laboratorium Pangan dan Gizi Fakultas Teknologi Pertanian, BPTP Yogyakarta, dan LPPT UGM pada bulan Agustus-Oktober 2016.

Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi sprayer 15 L, *hand counter*, guntung kebun, timbangan digital, oven, *photosynthetic analyzer type LI Cor LI 6400*, spektrofotometer, tabung reaksi, gelas ukur, tabung film, label, alat tulis, pipet tetes, labu kjedahl, *hot plate*, mikro pipet, mortar, labu ukur, *beaker glass*, titrasi, destilasi, *water bath*, *vortex*, erlenmeyer, esikator, dan spektrofotometer uv/vis. Sedangkan bahan yang digunakan ialah kakao klon ICCRI 04 dan Scavina 6, fungisida berbahan aktif *pyraclostrobin* 250 gram/liter, Se, CuSO₄, NaSO₄, H₂SO₄, parafin, NaOH 50%, HCl 0,1 N, H₃BO₃, *buffer phosphate*, NaH₂PO₄ 0,1M, Na₂HPO₄ 0,1M, NaNO₃, *Sulphanilamide* 1%, *N-naphthylenediamine* 0,02%, aseton, anhidrat (CuSO₄.5H₂O), *Petroleum benzene*, *Diethyl Eter*, methanol 70%, reagen Folin Ciocalteu 50%, asam galat (0, 25, 50, 75, 100 ppm).

Perlakuan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) faktor tunggal dengan tiga blok sebagai ulangan. Satu set percobaan dengan perlakuan konsentrasi *pyraclostrobin* yang selanjutnya dilaksanakan pada dua macam klon kakao asal SE yaitu ICCRI 04 dan Scavina 6 secara terpisah. Adapun konsentrasi *pyraclostrobin* yang diuji pada penelitian ini adalah 0, 63, dan 126 ppm. Masing-masing blok menggunakan 5 tegakan kakao yang dipilih sebagai objek penelitian untuk setiap perlakuan konsentrasi *pyraclostrobin*. Tegakan yang dipilih sebagai obyek kajian kondisinya sehat dan seragam. Penyemprotan *pyraclostrobin* dilakukan sebanyak empat kali, yaitu 1) saat terbentuknya primordia bunga, 2) saat bunga memasuki fase anthesis

pada hari ke-21, 3) saat terbentuknya pentil kakao yaitu pada hari ke-50 setelah pembungaan, dan 4) saat hari ke-75 setelah pembungaan.

Variabel pengamatan yang diamati terdiri atas: (1) variabel pengamatan lingkungan, meliputi Intensitas cahaya, suhu, dan kelembaban; (2) variabel pengamatan pertumbuhan meliputi jumlah buah besar, jumlah buah sedang, jumlah buah kecil, jumlah bunga, jumlah layu pentil, dan jumlah busuk buah; (3) variabel pengamatan fisiologi meliputi klorofil, aktivitas nitrat reduktase, N Total, laju fotosintesis, laju transpirasi, dan kandungan CO₂; (4) variabel kualitas biji meliputi kandungan protein, kandungan lemak, serta kandungan fenolik total biji kakao. Data yang terkumpul dianalisis menggunakan analisis varians pada taraf kepercayaan 95%. Jika berinteraksi dilakukan analisis pengaruh sederhana, bila tidak berinteraksi digunakan uji Beda Nyata Terkecil (LSD) Fisher.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman adalah lingkungan meliputi intensitas cahaya matahari, suhu udara, dan kelembaban udara relatif. Intensitas cahaya matahari, suhu udara, dan kelembaban udara berfluktuasi di setiap hari selama penelitian berlangsung, baik di pagi maupun sore hari. Unit Produksi Segayung Utara berada pada ketinggian 92,5 mdpl dan kemiringan lahan sekitar 5-10 derajat. Jenis tanah Latosol (tanah merah) dengan pH 3,6-4,7. Pada bulan Juni 2015- Juni 2016, curah hujan di UP. Segayung Utara mencapai 1.792 mm/tahun dengan suhu berkisar 22,4 °C - 28,3 °C dan kelembaban rata-rata berkisar 88,5% - 90,6%. Rerata intensitas cahaya matahari selama kegiatan penelitian pada pagi hari (pukul 07.00 WIB) adalah 1374 lux sedangkan pada siang hari (pukul 14.00 WIB) adalah 3559 lux. Suhu udara cenderung stabil dari awal pengamatan hingga panen. Rata-rata suhu udara pada pagi hari adalah 22°C dan siang hari adalah 27 °C. Apabila suhu udara terlalu tinggi, laju fotosintesis menurun karena kakao merupakan tanaman C3 sehingga berpotensi memicu terjadinya fotorespirasi, sebaliknya apabila suhu terlalu rendah (kurang dari 20°C) dapat menyebabkan terganggunya aktivitas fisiologi daun sehingga warnanya berubah kekuningan yang dimulai dari bagian pinggir (Pujiyanto, 1999). Kelembaban udara pada pertanaman kakao cenderung stabil dengan rata-rata kelembaban di pagi hari adalah 88% dan di siang hari mencapai 93%. Kelembaban udara mampu mempengaruhi laju transpirasi tanaman. Laju

transpirasi yang tinggi meningkatkan penyerapan air oleh akar pada batasan tertentu. Selain itu kelembaban akan mempengaruhi pembungaan tanaman.

Tabel 1. Pengaruh Konsentrasi *Pyraclostrobin* terhadap Aktivitas Nitrat Reduktase, N Total, Klorofil Total, Laju Fotosintesis, dan Kandungan CO₂ pada Klon ICCRI 04.

Konsentrasi <i>Pyraclostrobin</i> (ppm)	Variabel Pengamatan				
	Aktivitas Nitrat Reduktase (mikromol/gram/jam)	N Total (%)	Klorofil total (mg/gram/bobot segar daun)	Laju Fotosintesis (μmol CO ₂ /m ² /s)	Kandungan CO ₂ (μmol CO ₂ /mol udara)
0,00	1,5434 b	1,4966 a	0,0401 a	143,1110 b	312,6308 a
63,00	1,7018 ab	1,4000 a	0,0362 b	145,7777 a	314,2944 a
126,00	1,7635 a	1,5500 a	0,0413 a	144,6667 ab	311,3300 a
Koefisien keragaman (%)	21,01	12,4	12,4	0,77	1,76

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan klon yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil Fisher pada taraf kepercayaan 95%.

Tabel 1 memberikan informasi bahwa Klon ICCRI 04 yang diberi pyraclostrobin dengan konsentrasi 126 ppm memiliki Aktivitas Nitrat Reduktase dalam jaringan daun yang nyata lebih tinggi jika dibandingkan dengan tanaman yang tidak diberi pyraclostrobin. Enzim nitrat reduktase berguna untuk merubah nitrat menjadi nitrit yang kemudian setelah melalui serangkaian kerja enzim lain nitrit ini akan diubah menjadi asam amino dan protein yang terlibat dalam metabolisme. Selanjutnya, konsentrasi *pyraclostrobin* sampai dengan 126 ppm belum mampu mempengaruhi kandungan N Total jaringan tanaman. Kandungan N total tanaman dapat diperoleh secara tidak langsung dari hasil dari aktivitas nitrat reduktase. Kandungan N total ini akan berperan dalam aktivitas metabolisme. Kandungan Klorofil pada klon ICCRI 04 belum dipengaruhi oleh konsentrasi *pyraclostrobin* yang diberikan sampai dengan 126 ppm. Sampai dengan konsentrasi pyraclostrobin 126 ppm, konsentrasi klorofil a, b maupun total dalam jaringan daun klon ICCRI 04 relatif sama besarnya. Kenaikan konsentrasi *pyraclostrobin* yang diberikan sampai dengan 63 ppm diikuti oleh kenaikan laju fotosintesis tanaman kakao klon ICCRI 04.

Laju fotosintesis tanaman kakao klon ICCRI 04 sama kuatnya pada konsentrasi *pyraclostrobin* 63 dan 126 ppm. Laju fotosintesis berkaitan erat dengan kandungan klorofil daun, baik klorofil a, b, maupun total (Li et al., 2006). Tabel 1. juga memberikan informasi bahwa kandungan CO₂ internal daun pada tanaman kakao klon ICCRI 04 tidak dipengaruhi secara nyata oleh konsentrasi *pyraclostrobin* yang diberikan mulai dari 0 ppm

hingga 126 ppm. Kandungan CO₂ pada daun tanaman kakao klon ICCRI 04 yang mendapatkan *pyraclostrobin* dengan konsentrasi 0 ppm hingga 126 ppm nilainya relatif sama. Hal ini bertentangan dengan pernyataan (BASF, 2007 cit. Efendi *et al.*, 2014) bahwa proses penghambatan transfer elektron dalam mitokondria yang dilakukan oleh *pyraclostrobin* akan mempengaruhi ketersediaan CO₂ pada tanaman yang lebih besar untuk masa pertumbuhan serta akan meningkatkan aktivitas dari beberapa enzim seperti superoxide dismutase dan peroxidase. Peningkatan aktivitas enzim ini akan meningkatkan toleransi tanaman terhadap cekaman yang ditimbulkan lingkungan.

Menurut BASF (2010), *pyraclostrobin* akan menghambat transfer elektron pada mitokondria jamur dan tanaman. Ketika bc1 kompleks terhambat, maka tidak ada ATP yang dikeluarkan, begitu pula kandungan CO₂ tidak akan dikeluarkan oleh tanaman dan akhirnya terakumulasi dalam tanaman. Hal ini akan menyebabkan kandungan CO₂ menjadi lebih tinggi. Selain itu, kakao merupakan kelompok tanaman C3 yang memiliki tingkat kompensasi CO₂ yang tinggi sehingga akumulasi CO₂ dalam jaringan tanaman juga akan lebih tinggi daripada tanaman lain.

Tabel 2. Pengaruh Konsentrasi *Pyraclostrobin* terhadap Prosentase Buah Kecil, Layu Pentil, Busuk Buah, dan Buah Besar pada beberapa Klon Kakao jika Jumlah Bunga Dianggap 100% Klon ICCRI 04

Konsentrasi (ppm)	Prosentase Jumlah Bunga di Awal (%)	Prosentase Buah Kecil (%)	Prosentase Layu Pentil (%)	Prosentase Busuk buah (%)	Prosentase Buah besar (%)
0,00	100 a	8,15 a	1,98 a	0,03 a	7,30 a
63,00	100 a	6,18 a	1,85 a	0,12 a	8,15 a
126,00	100 a	7,44 a	1,47 a	0,07 a	6,67 a
KK (%)	0	* 44,05	* 56,26	# 4,38	* 38,95

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan klon yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil Fisher pada taraf kepercayaan 95%.

Tabel 2 memberikan gambaran mengenai kemampuan tanaman kakao dalam mengkonversi bunga menjadi buah berukuran kecil dan akhirnya membesar. Perkembangan organ generatif dari bunga menjadi buah pada tanaman kakao memiliki beberapa faktor pengganggu atau penghambat, diantaranya kejadian layu pentil dan serangan penyakit busuk buah. Tabel 2 juga memberikan informasi bahwa konsentrasi *pyraclostrobin* yang diberikan pada tanaman kakao klon ICCRI 04 mulai dari 0-126 ppm belum berpengaruh nyata terhadap variabel prosentase jumlah buah berukuran kecil dan

besar, begitu pula terhadap variabel prosentase kejadian layu pentil dan busuk buah tidak terdapat beda nyata.

Tabel 3. Pengaruh Konsentrasi *Pyraclostrobin* terhadap Kandungan Protein, Lemak, dan Fenolik Total Biji beberapa Klon Kakao Klon ICCRI 04

Konsentrasi (ppm)	Variabel Pengamatan		
	Protein (%)	Lemak (%)	Fenol (%)
0,00	3,3560 b	6,0053 b	2,8667 a
63,00	3,4047 ab	6,7946 ab	2,2944 a
126,00	4,0856 a	8,7606 a	2,7091 a
KK (%)	27,4	18,40	23,17

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan klon yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil Fisher pada taraf kepercayaan 95%.

Tabel 3. memberikan informasi bahwa konsentrasi *pyraclostrobin* yang diberikan pada pertanaman kakao klon ICCRI 04 sampai dengan 126 ppm berpengaruh positif terhadap kualitas biji kakao khususnya untuk variabel konsentrasi protein dan lemak. Namun demikian, indikator kualitas biji kakao yang lainnya yaitu konsentrasi fenolik total tidak dipengaruhi oleh konsentrasi *pyraclostrobin* yang diberikan pada pertanaman kakao klon ICCRI 04. Pada klon ICCRI 04, kenaikan konsentrasi *pyraclostrobin* sampai dengan 126 ppm diikuti oleh kenaikan kandungan protein dalam biji kakao. Terkait dengan karakter lemak biji, kenaikan konsentrasi *pyraclostrobin* hingga 126 ppm selalu diikuti oleh peningkatan kandungan lemak biji kakao klon ICCRI 04.

Tabel 4. menunjukkan klon Scavina 6 belum memberikan tanggapan terhadap *pyraclostrobin* yang diberikan sampai dengan konsentrasi 126 ppm, pada semua variabel fisiologis meliputi ANR, N Total, hingga konsentrasi klorofil total. Pada gambar 4. memberikan informasi bahwa laju fotosintesis pada setiap kenaikan konsentrasi *pyraclostrobin* yang di berikan tidak menunjukkan beda nyata, hal itu terlihat dari laju fotosintesis pada konsentrasi 0 ppm hingga 126 ppm memiliki nilai yang relatif sama besar. Laju fotosintesis berkaitan erat dengan kandungan klorofil a, klorofil b, dan klorofil total yang dihasilkan,. Selanjutnya pada variabel laju transpirasi menunjukkan tidak ada pengaruh konsentrasi *pyraclostrobin* pada konsentrasi 0 ppm hingga 126 ppm. Nilai laju transpirasi pada ketiga perlakuan konsentrasi relatif sama. Kemudian pada kandungan CO₂ juga menunjukkan bahwa tidak terdapat beda nyata antar perlakuan *pyraclostrobin* yang diaplikasikan.

Tabel 4. Pengaruh Konsentrasi *Pyraclostrobin* terhadap Aktivitas Nitrat Reduktase (ANR) dan Kandungan N Total Klon Scavina 6

Konsentrasi <i>Pyraclostrobin</i> (ppm)	Variabel Pengamatan				
	Aktivitas Nitrat Reduktase (mikromol/gr am/jam)	N Total (%)	Klorofil total (mg/gram/ bobot segar daun)	Laju Fotosintesis ($\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$)	Kandungan CO_2 ($\mu\text{mol CO}_2/\text{mol udara}$)
0,00	1,2864 z	1,4833 z	0,0401 z	146,1110 z	325,1889 z
63,00	1,5434 z	1,5166 z	0,0472 z	146,3337 z	324,1744 z
126,00	1,8046 z	1,5533 z	0.0502 z	141,8890 z	322,7789 z
KK (%)	16,41	12,93	13,73	4,63	2,27

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan klon yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil Fisher pada taraf kepercayaan 95%.

Tabel 5. memberikan gambaran mengenai kemampuan tanaman kakao dalam mengkonversi bunga menjadi buah berukuran kecil dan akhirnya membesar. Perkembangan organ generatif dari bunga menjadi buah pada tanaman kakao memiliki beberapa faktor pengganggu atau penghambat, diantaranya kejadian layu pentil dan serangan penyakit busuk buah. Tabel 5. juga memberikan informasi bahwa konsentrasi *pyraclostrobin* yang diberikan pada tanaman kakao klon Scavina 6 mulai dari 0-126 ppm berpengaruh nyata terhadap variabel prosentase jumlah buah berukuran kecil dan besar, namun demikian tidak berpengaruh nyata terhadap variabel prosentase kejadian layu pentil dan busuk buah.

Tabel 5. Pengaruh Konsentrasi *Pyraclostrobin* terhadap Prosentase Buah Kecil, Layu Pentil, Busuk Buah, dan Buah Besar pada beberapa Klon Kakao jika Jumlah Bunga Dianggap 100% Klon Scavina 6

Konsentrasi (ppm)	Prosentase Jumlah Bunga di Awal (%)	Prosentase Buah Kecil (%)	Prosentase Layu Pentil (%)	Prosentase Busuk buah (%)	Prosentase Buah besar (%)
0,00	100 a	5,66 b	1,35 a	0,023 a	3,27 b
63,00	100 a	6,51 ab	1,93 a	0,027 a	4,95 ab
126,00	100 a	8,83 a	1,48 a	0,020 a	7,21 a
KK (%)	0	39,14	# 19,74	# 4,63	26,65

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan klon yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil Fisher pada taraf kepercayaan 95%. Angka dengan (*) Ditransformasi dalam bentuk $\sin^{-1} \sqrt{X}$ dan (#) Ditransformasi dalam bentuk $\sqrt{X+1}$

Prosentase jumlah buah berukuran kecil yang tinggi mengindikasikan bahwa jumlah bunga yang mampu tumbuh dan berkembang menjadi buah kecil berjumlah lebih banyak. Dengan kata lain, proporsi jumlah bunga yang gugur nilainya lebih kecil.

Meskipun prosentase kejadian layu pentil tidak berbeda nyata antar perlakuan dosis *pyraclostrobin* pada klon Scavina 6, namun prosentase jumlah buah berukuran kecilnya berbeda antar perlakuan konsentrasi *pyraclostrobin*. Penentunya diduga adalah lebih sedikitnya proporsi bunga gugur atau dengan kata lain lebih tingginya proporsi bunga yang mampu berkembang menjadi buah. Prosentase jumlah buah berukuran besar yang tinggi mengindikasikan bahwa jumlah buah berukuran kecil yang selamat dan mampu tumbuh menjadi buah berukuran besar berjumlah lebih banyak. Pada tanaman kakao klon Scavina 6, meskipun prosentase kejadian penyakit busuk buah tidak berbeda nyata antar konsentrasi *pyraclostrobin* yang diaplikasikan, tetapi prosentase jumlah buah berukuran besarnya berbeda nyata antar konsentrasi *pyraclostrobin* yang diaplikasikan. Diduga, penentunya adalah lebih tingginya jumlah bunga yang mampu bertahan dan tumbuh menjadi buah berukuran kecil pada tanaman kakao yang memiliki prosentase jumlah buah berukuran besar lebih tinggi. Sehingga, meskipun prosentase kejadian penyakit buahnya bernilai sama, namun akhirnya menghasilkan prosentase jumlah buah berukuran besar yang lebih tinggi (Tabel 5).

Tabel 6. Pengaruh Konsentrasi *Pyraclostrobin* terhadap Kandungan Protein, Lemak, dan Fenolik Total Biji beberapa Klon Kakao Klon Scavina 6

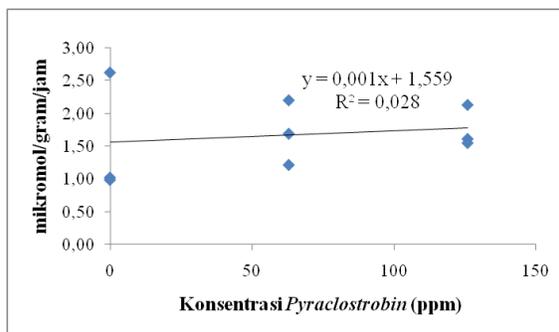
Konsentrasi (ppm)	Variabel Pengamatan		
	Protein (%)	Lemak (%)	Fenol (%)
0,00	3,1858 z	7,7893 z	3,1474 z
63,00	4,6693 z	7,6446 z	2,9106 z
126,00	4,6207 z	3,5106 z	3,0253 z
KK (%)	* 33,36	* 34,88	22,30

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan klon yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil Fisher pada taraf nyata 5%. Angka dengan (*) Ditransformasi dalam bentuk $\sin^{-1} \sqrt{X}$

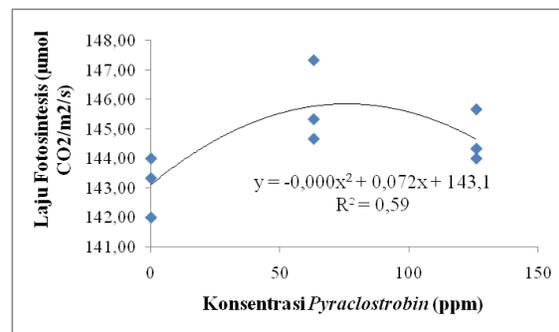
Tabel 6 menunjukkan bahwa pada semua indikator kualitas biji kakao yang diuji pada penelitian ini yaitu konsentrasi protein, lemak, dan fenolik total pada klon Scavina 6 tidak dipengaruhi secara nyata oleh *pyraclostrobin* yang diberikan sampai dengan konsentrasi 126 ppm. Kandungan protein, lemak, dan fenolik total dalam biji kakao klon Scavina 6 nilainya sama besar pada semua konsentrasi *pyraclostrobin* yang diuji dalam penelitian ini. Kakao klon Scavina 6 diketahui tahan terhadap penyakit *Vascular Streak Dieback* (VSD) yang menyerang jaringan pembuluh tanaman. Sedangkan pada lahan kakao di Segayung merupakan daerah endemik penyakit Busuk Buah kakao yang

disebabkan oleh jamur *Phytophthora palmivora*. Sehingga aplikasi pyraclostrobin yang diperuntukkan untuk perbaikan kualitas kakao dalam hal ini adalah perbaikan kandungan protein, lemak, dan fenolik total, menjadi teralihkan untuk pengendalian penyakit busuk buah. Sehingga fungsi *pyraclostrobin* untuk PGR teralihkan menjadi fungsi sebagai fungisida untuk mempertahankan diri dari serangan penyakit busuk buah. Hal ini juga ditunjukkan dengan jumlah buah kecil dan buah besaryang terbentuk pada klon Scavina memberikan perbedaan pada setiap peningkatan konsentrasi *pyraclostrobin* yang diberikan (Tabel 5.).

Pyraclostrobin termasuk dalam kelompok *strobilurin* dari golongan fungisida. Cara kerja yang dilakukan adalah dengan menghambat respirasi mitokondria dengan menghalangi transfer elektron didalam rantai respirasi (FAO, 2003 cit. Oliveira et al., 2015). Penghambatan tersebut terjadi pada transfer elektron pada bc1 kompleks dalam menyalurkan elektron di mitokondria (Ammerman et al., 2000).



Gambar 1. Hubungan Regresi antara Konsentrasi *Pyraclostrobin* dengan Aktivitas Nitrat Reduktase Tanaman pada Kakao Klon ICCRI 04

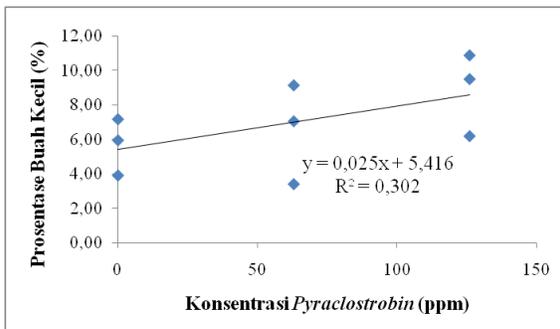


Gambar 2. Hubungan Regresi antara Konsentrasi *Pyraclostrobin* dengan Laju Fotosintesis Tanaman pada Kakao Klon ICCRI 04

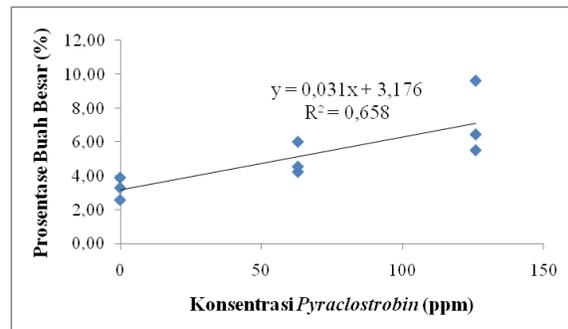
Terdapat hubungan regresi antara konsentrasi *pyraclostrobin* yang diberikan pada tanaman kakao klon ICCRI 04 dengan aktivitas nitrat reduktase dalam jaringan daun (Gambar 1). Kenaikan konsentrasi *pyraclostrobin* yang diaplikasikan sampai dengan 126 ppm selalu diikuti oleh peningkatan aktivitas nitrat reduktase dalam jaringan daun tanaman kakao klon ICCRI 04. Tanaman yang mendapatkan pemberian *pyraclostrobin* memiliki kemampuan yang lebih baik dalam mengakumulasi N dalam bentuk nitrat pada jaringannya. Ketersediaan N dalam bentuk nitrat yang melimpah dalam jaringan daun secara otomatis menstimulasi aktivitas enzim nitrat reduktase. Nitrat reduktase merupakan salah satu enzim yang berperan penting dalam tanaman. Enzim nitrat reduktase berguna

untuk merubah nitrat menjadi nitrit yang kemudian setelah melalui serangkaian kerja enzim lain nitrit ini diubah menjadi asam amino dan protein yang terlibat dalam metabolisme (Puranik dan Srivastava, 1985; Sutedjo dan Kartasapoetra, 1990).

Selanjutnya (Gambar 2) Laju fotosintesis tanaman kakao klon ICCRI 04 mencapai maksimal pada konsentrasi *pyraclostrobin* sebesar 72,10 ppm. Aktivitas fotosintesis terutama ditentukan oleh konsentrasi klorofil dan kapasitas kerja dari enzim-enzim pendukung reaksi terang dan gelap. Konsentrasi klorofil daun dan kapasitas kerja dari enzim-enzim pendukung reaksi terang dan gelap secara nyata berhubungan (ditentukan) oleh kandungan asam amino dalam jaringan. Asam amino merupakan bahan baku untuk sintesis klorofil, enzim, maupun senyawa protein struktural dan fungsional lainnya. Kandungan asam amino dalam jaringan tanaman ditentukan oleh kinerja nitrat reduktase dan pasokan N dalam bentuk nitrat. Jika kinerja enzim nitrat reduktasinya tinggi dan pasokan N dalam bentuk nitrat melimpah maka kemampuan jaringan dalam mensintesis asam amino juga meningkat. Hal ini juga sejalan dengan pendapat Fagan *et al.* (2010) *cit.* Joshi *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa pemberian *pyraclostrobin* mampu meningkatkan aktivitas fotosintesis dan enzim nitrat reduktase pada daun kedelai sehingga hasilnya lebih tinggi.



Gambar 3. Hubungan Regresi antara Konsentrasi *Pyraclostrobin* dengan Prosentase Buah Kecil pada Klon Scavina 6

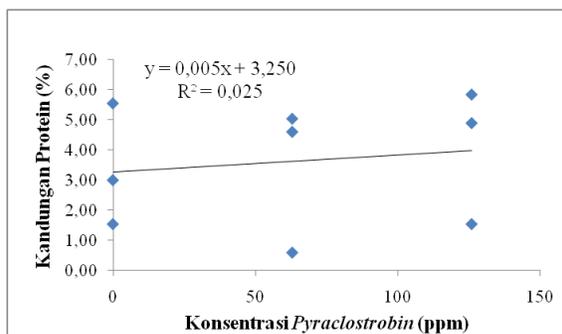


Gambar 4. Hubungan Regresi antara Konsentrasi *Pyraclostrobin* dengan Prosentase Buah Besar pada Klon Scavina 6

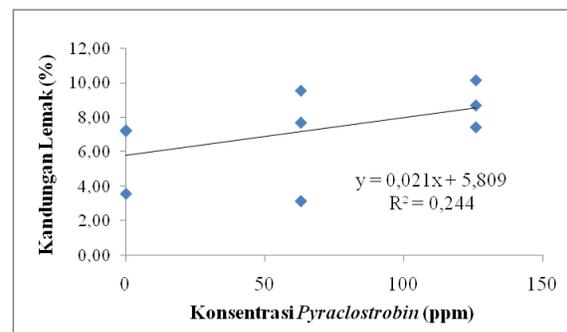
Terdapat hubungan regresi dengan kecenderungan linier antara konsentrasi *pyraclostrobin* dengan prosentase buah kecil pada klon Scavina 6 (Gambar 3). Kenaikan konsentrasi *pyraclostrobin* sampai dengan 126 ppm selalu diikuti oleh kenaikan prosentase buah kecil. Prosentase buah kecil yang lebih tinggi mengindikasikan lebih banyaknya jumlah bunga yang terbentuk dan selanjutnya mampu berkembang menjadi buah kecil per tegakan kakao. Meskipun prosentase kejadian layu pentil tidak berbeda

diantara konsentrasi *pyraclostrobin* yang diaplikasikan pada klon Scavina 6. Perkembangan bunga menjadi buah kecil memerlukan energi. Pasokan energi berasal dari aktivitas respirasi seluler dalam jaringan bunga atau buah kecil. Kegiatan respirasi seluler menggunakan asimilat yang dihasilkan dalam proses fotosintesis.

Gambar 4. memberikan informasi bahwa konsentrasi *pyraclostrobin* yang diaplikasikan pada tanaman kakao klon Scavina 6 memiliki hubungan regresi linier dengan prosentase buah besar. Kenaikan konsentrasi *pyraclostrobin* yang diberikan hingga 126 ppm selalu diikuti oleh peningkatan prosentase buah besar. Hal tersebut berhubungan dengan jumlah buah kecil pada Gambar 3. Lebih tingginya prosentase buah kecil setiap kenaikan konsentrasi *pyraclostrobin* hingga 126 ppm pada klon Scavina 6 (Gambar 3) berpengaruh langsung terhadap prosentase buah besar (Gambar 4).



Gambar 5. Hubungan Regresi antara Konsentrasi *Pyraclostrobin* dengan Kandungan Protein Biji pada Kakao Klon ICCRI 04



Gambar 6. Hubungan Regresi antara Konsentrasi *Pyraclostrobin* dengan Kandungan Lemak Biji pada Kakao Klon ICCRI 04

Gambar 5 memberikan informasi bahwa terdapat hubungan regresi linier antara konsentrasi *pyraclostrobin* dengan kandungan protein biji kakao klon ICCRI 04. Kenaikan konsentrasi *pyraclostrobin* yang diberikan sampai dengan 126 ppm selalu diikuti oleh peningkatan kadar protein biji kakao klon ICCRI 04. Protein kompleks merupakan hasil penggabungan dari beberapa molekul asam amino. Kandungan asam amino yang tinggi di dalam biji mengindikasikan bahwa kandungan protein di dalam biji tersebut juga tinggi. Kandungan asam amino yang tinggi berhubungan dengan aktivitas enzim nitrat reduktase. Jika aktivitas enzim nitrat reduktase tinggi di dalam jaringan, maka kemampuan jaringan dalam mensintesis asam amino juga meningkat. Kenaikan konsentrasi aplikasi *pyraclostrobin* sampai dengan 126 ppm menyebabkan peningkatan aktivitas enzim nitrat reduktase, dan selanjutnya kenaikan aktivitas enzim nitrat reduktase menyebabkan meningkatnya kandungan protein biji kakao klon ICCRI 04.

Terdapat hubungan regresi linier antara konsentrasi *pyraclostrobin* yang diberikan pada tanaman kakao klon ICCRI 04 dengan konsentrasi lemak dalam biji (Gambar 6). Kenaikan konsentrasi *pyraclostrobin* yang diberikan sampai dengan 126 ppm selalu diikuti oleh peningkatan kandungan lemak biji kakao klon ICCRI 04. Lemak merupakan hasil dari konversi karbohidrat produk fotosintesis melalui jalur asam piruvat dan asetil koenzim A. Kandungan karbohidrat yang melimpah pada jaringan tanaman berpotensi meningkatkan laju konversi karbohidrat menjadi lemak sehingga kandungan lemak jaringan menjadi lebih tinggi. Karbohidrat berhubungan langsung dengan aktivitas fotosintesis. Laju fotosintesis yang lebih tinggi pada kanopi meningkatkan cadangan makanan dalam bentuk asimilat dalam jaringan. Laju fotosintesis dipengaruhi secara tidak langsung oleh pemberian *pyraclostrobin* pada tanaman kakao klon ICCRI 04, seperti yang ditampilkan pada Gambar 2. Pemberian *pyraclostrobin* pada tanaman kakao klon ICCRI 04 pada konsentrasi 72,10 ppm menyebabkan laju fotosintesis tanaman tersebut mencapai maksimal. Laju fotosintesis yang maksimal menyebabkan akumulasi karbohidrat juga lebih tinggi. Akumulasi karbohidrat yang tinggi dalam jaringan khususnya organ biji menyebabkan laju sintesis lemak dalam biji kakao juga meningkat. Laju sintesis lemak yang lebih cepat mampu meningkatkan kandungan lemak di dalam biji kakao klon ICCRI 04, khususnya yang mendapatkan pemberian *pyraclostrobin* sampai dengan konsentrasi 126 ppm.

KESIMPULAN

1. Kenaikan konsentrasi *pyraclostrobin* yang diberikan pada tanaman kakao klon ICCRI 04 sampai dengan 126 ppm secara nyata meningkatkan aktivitas nitrat reduktase serta kandungan protein dan lemak dalam biji, namun demikian satu indikator kualitas yang lainnya yaitu kandungan fenolik total tidak terpengaruh secara nyata.
2. Kenaikan konsentrasi *pyraclostrobin* yang diberikan sampai dengan 126 ppm tidak memberikan perbaikan terhadap indikator kualitas biji kakao klon Scavina 6 yaitu kandungan protein, lemak, dan fenolik total biji kakao. Namun, pada variabel jumlah buah kecil dan buah besar terdapat beda nyata sampai dengan konsentrasi 126 ppm.

SARAN

Pada tanaman kakao klon ICCRI 04 perlu dilakukan kajian kembali menggunakan konsentrasi *pyraclostrobin* yang lebih tinggi hingga terdapat tingkatan konsentrasi yang lebih tinggi dari 126 ppm, dengan tujuan untuk mendapatkan konsentrasi yang optimal dalam perbaikan kualitas biji kakao.

DAFTAR PUSTAKA

- Ammermann, E., G. Lorenz, K. Schelberger, B. Mueller, R. Kirstgen, H. Sauter. 2000. The new broad spectrum strobilurin fungicide. *Brighton Crop Protection Conference, Pests and Diseases, British Crop Protection Council, Farnham, UK*, pp: 541 – 548.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2014. *Statistik perkebunan indonesia 2013-2015 kakao*. Direktorat Jenderal Perkebunan, Jakarta.
- Efendi, Y., D. Hariyono, dan K. P. Wicaksono. 2014. Uji efektivitas aplikasi pyraclostrobin dengan beberapa level cekaman suhu pada tanaman jagung (*Zea mays*). *Jurnal Produksi Tanaman*. 2: 497-502.
- Joshi, J., S. Sharma, K. N. Gruruprasad. 2014. Foliar application of pyraclostrobin fungicide enhances the growth, rhizobial-nodule formation and nitrogenase activity in soybean (var. JS-335). *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 114: 61-66.
- Li R, P Guo, M. Baum, S Grando, S Ceccarelli. 2006. Evaluation of chlorophyll content and fluorescence parameters as indicators of drought tolerance in barley. *Agric. Sci. in China* 5 (10): 751-757.
- Pujijanto, 1999. *Materi sekolah lapang kopi*. Puslit Koka Indonesia, Jember.
- Puranik RM, Srivastava HS. 1985. Increase in nitrate reductase activity in bean leaves by light involves a regulator protein. *Agric Biol Chem* 49 (7): 2099-2104.
- Putra, E.T.S., D. Indradewa dan E. Sulistyarningsih. 2014. *Aplikasi Pyraclostrobin pada Kakao (Theobroma cacao L.) untuk menekan kejadian gugur bunga (Flower Abcission), Layu Pentil (Cherelle Wilt), dan busuk buah*. Laporan Penelitian Kerjasama Fakultas Pertanian UGM–BASF. Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta, Indonesia. 56 hal.
- Sutedjo, M. M., dan A. G. Kartasapoetra. 1990. *Pupuk dan cara pemupukan*. Rineka Cipta, Jakarta.
- Umayah, A., dan A. Purwantara. 2006. Identifikasi isolat phytophthora asal kakao. *Menara Perkebunan*. 74: 76-85.
- Venancio, W. S., M. A. T. Rodrigues, E. Begliomini dan N. L. de Souza. 2003. Physiological effect of strobilurin fungicides on plants. *Ponta Grossa*. 9: 59-68.