

**PAKET TEKNOLOGI OPTIMASI PERTUMBUHAN DAN PRODUKTIVITAS
TANAMAN KARET PADA DAERAH BERIKLIM KERING
(Studi Kasus di Perkebunan Karet PTPN XII)**

*Technological Package to Optimaze of Growth and Productivity on Rubber Plantation in Dry Climates
(A Case Study at Rubber Estate PTPN XII)*

Akhmad Rouf , Hananto Hadi, Setiono,Ari Santosa Pamungkas, Mudita Oktorina Nugrahani
Balai Penelitian Getas, Pusat Penelitian Karet
Jl. Pattimura KM 6, P.O. Box 804, Salatiga, Jawa Tengah
Email : aronidah@yahoo.co.id

Diterima 30 Desember 2015 / Direvisi 19 April 2017 / Disetujui 28 April 2017

Abstrak

Pada daerah kering dengan curah hujan < 1500 mm/tahun, air merupakan faktor pembatas utama terhadap laju pertumbuhan dan produktivitas tanaman karet. Kondisi iklim tersebut sukar dimodifikasi dan dikendalikan kecuali dalam skala mikro, melalui pendekatan dengan cara penyesuaian antara kultur teknis dengan karakter iklim yang ada. Makalah ini merupakan hasil kajian pada saat periode TBM dan TM di PTPN XII. Tujuan penelitian yaitu memberikan informasi mengenai pertumbuhan TBM, produksi dan rekomendasi teknologi pengelolaan perkebunan karet pada daerah beriklim kering. Penelitian terdiri dari tiga kegiatan utama yaitu observasi, perumusan rekomendasi dan monitoring. Hasil observasi di beberapa kebun menunjukkan bahwa pertumbuhan pada masa TBM karet di daerah kering cenderung dibawah standar. Beberapa rekomendasi paket teknologi seperti penyediaan bahan tanam tabela, pembuatan lubang rorak dan penambahan bahan organik, berdampak positif terhadap peningkatan pertumbuhantanaman seperti penambahan lilit batang TBM. Matang sadap berpotensi tepat waktu yaitu sekitar 5 tahun. Ukuran lilit batang pada TBM III setelah penerapan paket teknologi mencapai 30,14 cm. Penerapan paket teknologi pada saat TM, seperti penjagaan lengas tanah, peningkatan efektivitas serapan hara, penggunaan stimulan secara terkendali, dan

penerapan sistem sadap *double cut* mampu mengoptimasikan produktivitas mencapai 10% - 36%.

Kata kunci: karet, iklim kering, paket teknologi, pertumbuhan TBM, produktivitas TM, sistem sadap double cut

Abstract

In dry climate areas have rainfall < 1.500 mm/year, water is a major limiting factor to the growth and productivity of the rubber plant. The condition has difficult to modified and controlled except in micro scale, through approached to adjustment between tehcnical culture with of agroclimate location. This paper is the result evaluated of immature and tapping on mature periodes in PTPN XII. This objective of research to provide information about growing immature periode, productivity mature periode and technology recomendation of rubber plantation management in the dry area. The research consist of three mains activities were observation, formulation of recommendations and monitoring. The result of observed in some rubber plantation showed that on immature growth tends below standard. The recommendations technological packages such as tabela seeds planting directly in polibag, making holes at field (rorak) and adding of organic matter in rorak, could be a positive influencedon growth such as girth increment of immature periode. The first tapping have potentially on time (5th years). The girth on 3 years old after applied technology packages reached

30.14 cm. And technology practice on mature periode such as maintenance of soil moisture increased the effectiveness of nutrient uptake, used of controlled stimulant, and used double cut system capable to increase of yield about 10% -36.0%.

Keywords: rubber, dry climate, technology package, growth of immature rubber plant, productivity of mature rubber plant, double cut system

Pendahuluan

Data statistik perkebunan Indonesia menunjukkan bahwa areal pengembangan tanaman karet sampai dengan tahun 2011 hampir tersebar pada seluruh propinsi di Indonesia, kecuali pada beberapa propinsi seperti DKI Jakarta, NTB, NTT, Sulawesi Utara, Gorontalo, Sulawesi Barat, Maluku Utara dan Papua Barat (Ditjenbun, 2015). Dengan demikian, areal tanaman karet tersebar pada daerah dengan tipe iklim yang beragam mulai dari basah, sedang, hingga kering. Daerah beriklim kering banyak terdapat di kawasan timur Indonesia seperti sebagian Jawa Timur, Sulawesi, NTB, NTT, dan Papua. Menurut Oldeman *et al.* (1980), sebagian besar wilayah kawasan timur Indonesia mempunyai tipe agroklimat D (kering) dan E (sangat kering). Daerah beriklim D dicirikan terdapat 3-4 bulan basah berturut-turut, sedangkan iklim E terdapat kurang dari 3 bulan basah.

Luas perkebunan karet di wilayah beriklim kering sampai dengan tahun 2015 tergolong sangat kecil yaitu sekitar 44.021 ha atau 1,2% terhadap total areal karet nasional (3.621.587 ha) (Ditjenbun, 2015). Meskipun luasannya kecil, pengelolaan tanaman karet di wilayah beriklim kering yang sudah ada tersebut (eksis) harus dilakukan seoptimal mungkin. Kendala utama pengembangan tanaman karet di wilayah beriklim kering adalah kecukupan air. Tanaman karet dapat tumbuh baik pada kisaran curah hujan antara

1500-3000 mm/tahun dengan distribusi merata. Gregory (1984) menyatakan bahwa curah hujan yang kurang dari optimum akan berdampak terhadap penghambatan laju pertumbuhan dan rendahnya produksi tanaman.

Beberapa kebun di PTPN XII termasuk ke dalam kategori beriklim kering. Luas areal pengembangan karet di PTPN XII pada tahun 2012 mencapai sekitar 18.000 ha. Umumnya masa pertumbuhan tanaman selama TBM hingga menjelang dibuka sadap sekitar 5 tahun. Namun masa matang sadap tanaman karet di daerah beriklim kering sering lebih lama 1-2 tahun. Setiono (2003) menyampaikan bahwa hal tersebut terjadi karena laju pertumbuhan lilit batang selama TBM mengalami keterlambatan akibat kecukupan air kurang. Seperti halnya hasil pengamatan Wijaya *et al.* (2008) di beberapa perkebunan karet yang mempunyai 4-5 bulan kering menunjukkan bahwa pertumbuhan TBM selalu terlambat dan mengalami stagnasi pada saat musim kemarau. Pada Tabel 1 diketahui bahwa pada saat tanaman berumur 8 bulan, laju pertumbuhan tanaman tergolong normal, namun setelah berumur ≥ 20 bulan pertumbuhan tanaman mulai mengalami gangguan. Ukuran lilit batang hanya mencapai sekitar 70% terhadap standarnya. Semakin banyak jumlah bulan kering per tahun, misalnya Kebun Cyang memiliki jumlah bulan kering sebanyak 5 bulan/tahun, diketahui laju pertumbuhan lilit batang selama TBM tergolong paling rendah. Hingga tanaman berumur 68 bulan, laju lilit batang hanya mencapai 34 cm (69% terhadap standar). Bila terdapat tambahan faktor penghambat lainnya misalnya elevasi di atas normal (600 mdpl), misalnya Kebun D, pertumbuhan tanaman menjadi lebih terhambat bahkan sampai tahun ketujuh belum memenuhi kriteria matang sadap. Adapun produktivitas rata-rata selama satu siklus hanya mencapai 75% terhadap normal.

Tabel 1. Perkembangan lilit batang dan produktivitas karet di daerah kering

Kebun	Kondisi Agroklimat	Ukuran lilit batang (cm) pada TBM umur (bulan)						Produktivitas (kg/ha/th)	
		8 bln	20 bln	32 bln	44 bln	56 bln	68 bln		84 bln
A	Elevasi: 100 mdpl CH : 2.392 mm/th HH: 105 hari/th BK : 3 bln/th BB : 8 bln/th	8 (100%)	12 (76%)	23 (93%)	33 (98%)	41 (97%)	-	-	1558 ± 210 (100%)
B	Elevasi: 103 mdpl CH : 1.813 mm/th HH: 113 hari/th BK : 4 bln/th BB : 7 bln/th	8 (100%)	11 (70%)	21 (85%)	28 (83%)	33 (78%)	40 (80%)	-	1534 ± 101 (98%)
C	Elevasi: 90 mdpl CH : 1.775 mm/th HH: 99 hari/th BK : 5 bln/th BB : 6 bln/th	8 (100%)	11 (70%)	22 (89%)	27 (80%)	32 (75%)	34 (69%)	-	1288 ± 329 (82%)
D	Elevasi: 600 mdpl CH : 1.827 mm/th HH: 100 hari/th BK : 5 bln/th BB : 6 bln/th	-	-	-	-	-	-	38 (74%)	1169 ± 148 (75%)

Keterangan: CH=curah hujan, HH=hari hujan, BK=bulan kering, BB=bulan basah.

Angka dalam kurung merupakan persentase terhadap standar

Sumber: Wijaya *et al.*, 2008

Agar tanaman karet di wilayah beriklim kering dapat tumbuh baik dan menghasilkan produksi secara optimal maka diperlukan paket teknologi yang mendukungnya. Paket tersebut meliputi teknologi mulai dari penyiapan bahan tanam hingga penerapan sistem eksploitasi yang tepat. Sutrisno (2012) melaporkan bahwa penggunaan bahan tanam berupa bibit tabela mampu menghasilkan sistem perakaran yang sempurna dan lebih kuat, sehingga tanaman mampu bertahan pada cekaman kekeringan. Selain itu, penambahan bahan organik ke dalam lubang rorak dapat menstabilkan lengas dan menciptakan iklim mikro yang baik bagi tanaman. Stabilitas lengas menyebabkan proses metabolisme sel tanaman dapat berlangsung optimal, sehingga sangat dimungkinkan berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman dan produksi lateks.

Pada tanaman TM upaya pencapaian produktivitas dapat lebih dioptimalkan salah satunya melalui aplikasi teknologi sistem

eksploitasi yang tepat. Sumarmadji *et al.* (2009) menyampaikan bahwa sistem eksploitasi untuk memperoleh produksi yang optimal sebaiknya dilaksanakan secara spesifik deskriminatif berdasarkan tipologi klonal. Penerapan sistem eksploitasi (irisan, frekuensi sadap dan penggunaan stimulasi) juga perlu memperhatikan umur tanaman, dan variasi musiman.

Di dalam makalah ini dibahas mengenai paket teknologi yang dapat mendukung optimasi pertumbuhan tanaman pada saat TBM dan produksi lateks pada saat TM di perkebunan karet beriklim kering. Penyusunan makalah ini bertujuan untuk memberikan suatu gambaran referensi bagi khalayak umum tentang dampak iklim kering terhadap pertumbuhan TBM dan TM karet serta memberikan informasi perihal teknologi yang tepat dalam pengelolaan perkebunan karet di daerah beriklim kering.

Bahan dan Metode

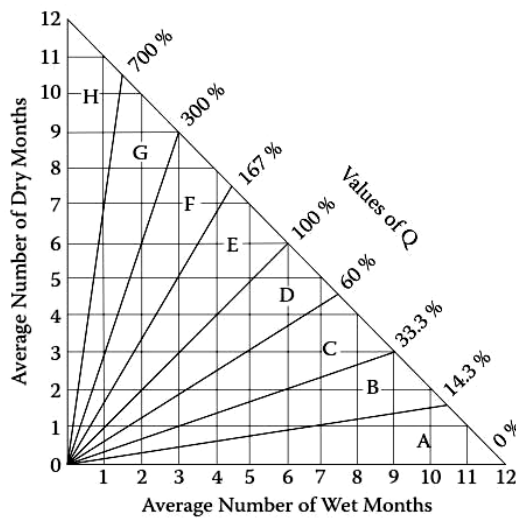
Penyusunan makalah ini didasarkan pada hasil pengawalan investasi tanaman karetbelum menghasilkan (TBM) dan pengawalan produksi/sistem eksploitasi tanaman menghasilkan (TM) yang dimulai sejak tahun 2009 hingga 2013. Lokasi kegiatan adalah di beberapa kebun karet di lingkup PT Perkebunan Nusantara XII. Metode penelitian ini mengacu pada aktivitas dalam kegiatan pengawalan tersebut, meliputi 3 hal utama yaitu observasi dan inventarisasi kondisi faktual / masalah, penyusunan rekomendasi / solusi, dan monitoring / evaluasi. Penyusunan makalah ini juga menambahkan informasi teknologi penge-lolaan perkebunan pada daerah beriklim kering yang diperoleh dari hasil studi pustaka.

Langkah pertama yang dilakukan adalah menganalisis kondisi komposisi tanaman karet berdasarkan fase TTAD (Tanaman Tahun Akan Datang), TTI (Tanaman Tahun

Ini), TBM dan TM. Kemudian dilakukan pengklasifikasian tipe iklim pada setiap kebun berdasarkan metode Schmidt-Ferguson. Tan (2008) menjelaskan bahwa pengkategorian tipe iklim berdasarkan Schmidt-Ferguson menggunakan rasio (Q) antara bulan kering (CH < 60 mm/bulan) terhadap jumlah bulan basah (CH >100 mm/bulan) yang dikalikan dengan 100%.

$$Q = \frac{\text{Jumlah bulan kering (CH < 60 mm/bulan)}}{\text{Jumlah bulan basah (CH > 100 mm/bulan)}} \times 100\%$$

Semakin kecil nilai Q maka jenis iklim akan semakin basah. Dengan menggunakan nilai Q, Schmidt-Ferguson membagi iklim di Indonesia menjadi 8 jenis yaitu A, B, C, D, E, F, G dan H. Semakin rendah nilai Q maka iklim dikategorikan semakin basah dan semakin tinggi nilai Q maka semakin kering. Pada nilai Q = 100%, berarti bahwa memiliki 6 bulan basah dan 6 bulan kering (Gambar 1).



Gambar 1. Pengkategorian iklim berdasarkan Schmidt-Ferguson
Sumber : Tan, 2008

Langkah berikutnya melakukan observasi dan menginventaris kondisi faktual dengan cara mengkaji dan menganalisa data primer maupun sekunder. Pencarian data primer menggunakan metode survei dengan teknik wawancara, diskusi, dan observasi terhadap

kondisi faktual tanaman TBM dan TM. Observasi pada TBM dilakukan dengan melakukan pengamatan keragaan tanaman dan laju pertumbuhan lilit batang pada setiap akhir tahun. Realisasi capaian lilit batang tersebut dibandingkan dengan standar

umum. Standar umum lilit batang TBM 1 sampai dengan TBM 5 adalah 8 cm, 18 cm, 30 cm, 40 cm, dan 48 cm (Rouf *et al.*, 2013).

Observasi pada TM meliputi pengamatan hasil produksi karet kering yang dikaitkan dengan penerapan sistem eksploitasi yang sedang berlangsung, yaitu penerapan sistem eksploitasi (tataguna kulit, sistem sadap, tebal dan kedalaman irisan, mutu kulit pulihan, aplikasi stimulan dll.), persediaan kulit bidang sadap, dan keragaan agronomis tanaman.

Data sekunder yang diperlukan pada TBM antara lain jenis klon, populasi tanaman per hektar, serangan penyakit, pemupukan, sedangkan pada TM antara lain data produksi tanaman, kadar karet kering, jumlah pemakaian stimulan, presentase kejadian KAS (Kering Alur Sadap total dan parsial), *tap recovery*, efektivitas petugas tap kontrol, data curah hujan selama lima tahun terakhir.

Berdasarkan hasil observasi dan inventarisasi permasalahan di lapangan, kemudian disusun rumusan rekomendasi yang tepat dan aplikatif agar segera ditindak lanjuti oleh pihak kebun. Rekomendasi pada TBM diorientasikan terhadap upaya meminimalisasi dampak iklim kering terhadap rendahnya laju pertumbuhan tanaman dan mempertahankan populasi tanaman. Rekomendasi pada TM diorientasikan terhadap upaya mendukung optimasi produksi. Rekomendasi tersebut bisa berupa perubahan tataguna kulit, sistem sadap, intensitas sadap, penggunaan stimulan, teknik penyadapan, atau hal-hal lain yang dapat mengoptimalkan produksi sesuai potensi fisiologis tanaman dan kondisi iklim setempat. Karena faktor iklim sulit dimodifikasi dan dikendalikan kecuali dalam skala mikro, maka pendekatan tindakan solusi yang paling tepat adalah dengan cara penyesuaian antara kultur teknis dengan karakter iklim yang ada (Wijaya, 1995). Karena itu agar pelaksanaan kultur teknis dapat dilakukan sesuai rekomendasi, maka

perlu dilakukan monitoring dan evaluasi. Bila rekomendasi berupa tindakan kultur teknis yang dimaksud terbukti mampu memberikan dampak positif terhadap tanaman, kemudian rekomendasi tersebut ditetapkan sebagai suatu paket teknologi kultur teknis bagi tanaman karet di daerah beriklim kering.

Dalam kegiatan ini diperlukan bahan-bahan seperti bibit batang bawah (tabela), entreskaret dari klon unggul anjuran, pupuk organik, pupuk anorganik, pestisida, stimulansia berbahan aktif etefon atau gas etilen. Adapun alat-alat yang diperlukan antara lain meteran, bark tester (pengukur tebal kulit), cangkul, pengukur curah hujan, dan alat-alat sadap.

Hasil dan Pembahasan

Total areal perkebunan karet yang dikaji seluas 18.372,90 ha (data tahun 2012). Areal tersebut terbagi menjadi 17 kebun karet. Komposisi areal tersebut terdiri atas 10,14% pada tahap TTAD, 4,91% TTI, 42,43% TBM dan 42,51% TM. Komposisi tahun tanam masing-masing tahap disajikan pada Tabel 2. Pada Tabel 2 terlihat bahwa fase TBM ada yang mencapai 7 tahun (tahun tanam 2005), meskipun sebagian ada yang sudah bisa masuk tahap TM yaitu seluas 64,93 ha. Iklim yang tergolong kering menjadi penyebab utama lamanya masa TBM. Pada Tabel 2 juga dapat diketahui bahwa pada tanaman TM sebaran posisi panel tergolong kurang ideal karena luasan didominasi tanaman yang telah memasuki panel sadap B1. Penyadapan pada panel B1 (kulit pulihan) tersebut secara umum diterapkan sistem *double cut* yaitu S/2d3 di B1 + S/4d3. ET2,5% di H0. Tanaman yang posisi sadapannya di B0-1 dan B0-2 (tahun tanam 2005 dan 2002-1998) hanya sekitar 560 ha. Adapun TM tahun tanam 2003-2004 tidak ada karena pada waktu itu tidak ada program penanaman.

Tabel2. Komposisi luas areal berdasarkan tahap budidaya karet (data per Desember 2012)

Tahap	Luas (Ha)	%
1. Tanaman Tahun Akan Datang (TTAD)	1.863,36	10,14
2. Tanaman Tahun Ini (TTI)	902,15	4,91
3. Tanaman Belum Menghasilkan (TBM)		
a. TBM I (tahun tanam 2011)	664,41	
b. TBM II (tahun tanam 2010)	1.760,00	
c. TBM III (tahun tanam 2009)	1.682,60	
d. TBM IV (tahun tanam 2008)	332,18	
e. TBM V (tahun tanam 2007)	1.661,34	
f. TBM VI (tahun tanam 2006)	1.564,20	
g. TBM VII (tahun tanam 2005)	131,56	
Sub Total TBM	7.796,29	42,43
4. Tanaman Menghasilkan (TM)		
a. Posisi panel B0-1 (tahun tanam 2005)*	64,93	
b. Posisi panel B0-2 (tahun tanam 2002-1998)	513,43	
c. Posisi panel B1-1/H0-1 (tahun tanam 1997-1993)	3.856,79	
d. Posisi panel B1-2/H0-2 (tahun tanam 1992-1988)	2.103,49	
e. Posisi panel bervariasi (< 1987)	1.272,46	
Sub Total TM	7.811,10	42,51
TOTAL	18.372,90	100

* Keterangan: Pada tahun 2003-2004 tidak ada program penanaman karet.

A. Hasil Observasi

Berdasarkan data curah hujan 5 tahun (2007-2011) kondisi iklim di 17 kebun yang diamati menurut klasifikasi tipe iklim Schmit-Ferguson didominasi tipe C s.d D, dimana ada sebagian yang masuk kategori F (Tabel 3). Dari 17 kebun tersebut terdapat 3 kebun memiliki tipe iklim A, 2 kebun tipe B, 5 kebun iklim C, 4 kebun iklim D, 2 kebun iklim E dan 1 kebun sisanya iklim F. Rata-rata bulan kering terjadi mulai bulan Juni hingga September / Oktober (4-5 bulan). Kondisi ini menyebabkan tanaman karet pada bulan-bulan tersebut mengalami keterlambatan pertumbuhan.

Hasil pengamatan laju pertumbuhan lilit batang TBM menunjukkan adanya kecenderungan dibawah standar. Pada Gambar 1 disajikan perbandingan capaian ukuran lilit batang pada setiap fase TBM terhadap standar. Capaian ukuran lilit batang pada setiap tahun selalu dibawah standar. Sejak akhir TBM 1 sudah menunjukkan keterlambatan. Data lilit batang pada TBM 1

hanya sekitar 7,02 cm, padahal standarnya bisa mencapai 8 cm. Ukuran lilit batang pada akhir TBM III juga dibawah standar yaitu 24,38 cm, seharusnya sudah mencapai 30 cm. Padahal menurut Rouf *et al.* (2013) disampaikan bahwa titik belok laju pertumbuhan lilit batang adalah pada saat TBM III, sehingga laju lilit batang setelah TBM III cenderung menurun. Hal tersebut terbukti dari hasil pengamatan (Gambar 1) bahwa hingga akhir TBM V capaian lilit batang hanya sebesar 36,96 cm atau terjadi penambahan laju lilit batang sebesar 12 cm selama 2 tahun. Kuswanhadi dan Herlinawati. (2012) menyampaikan bahwa syarat matang sadap adalah lilit batang mencapai ≥ 45 cm. Dengan demikian agar mencapai matang sadap, membutuhkan waktu tambahan, standar normalnya umur 5 tahun sudah dapat dibuka sadap. Realisasi di lapangan buka sadap bisa mencapai 6-7 tahun.

Hasil observasi pada tanaman TM, dapat diketahui bahwa pola produksi mulai bulan

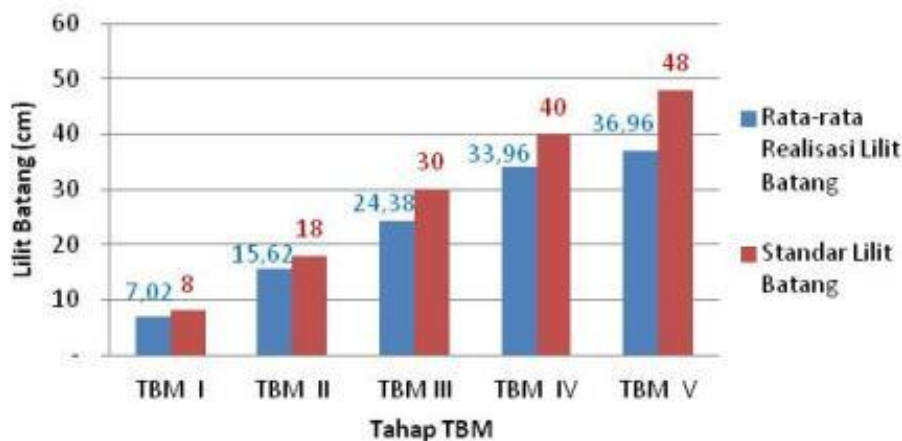
Januari sampai dengan Mei menunjukkan tren naik, kemudian mulai menurun sejak Juni sampai dengan Oktober. Tren produksi naik kembali mulai bulan November (Gambar 2). Bila dikaitkan dengan kondisi curah hujan, pada saat curah hujan mulai menurun yaitu bulan Juni-Oktober hingga mencapai <60 mm/bulan tren produksi juga terlihat mulai menurun, kemudian naik

kembali pada bulan November seiring dengan kecukupan air bagi tanaman dengan curah hujan mencapai >200 mm/bulan. Kondisi tersebut juga berkaitan dengan masa gugur daun. Berdasarkan pengamatan di lapangan, pada bulan Juni/Julai tanaman karet di wilayah tersebut umumnya sudah mulai gugur daun hingga pertengahan bulan Oktober.

Tabel 3. Rekapitulasi data curah hujan tahun 2007-2011 dan tipe iklim pada 17 kebun

Kebun	Bulan												Jumlah*		Nilai Q	Tipe Iklim	Keterangan
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	BK	BB			
1	255	249	348	217	139	21	52	19	17	91	267	299	4	7	57,14	C	agak basah
2	451	469	468	376	194	87	34	30	53	181	488	421	3	8	37,50	C	agak basah
3	239	225	338	183	69	20	2	0	0	9	173	226	5	6	83,33	D	sedang
4	153	228	222	138	78	31	12	4	2	81	165	267	4	6	66,67	D	sedang
5	121	126	100	40	76	32	22	12	3	48	87	143	6	3	200,00	F	kering
6	170	213	203	114	55	15	12	1	1	31	82	261	6	5	120,00	E	agak kering
7	439	456	546	392	196	95	108	8	86	287	545	624	1	9	11,11	A	sangat basah
8	212	286	300	167	79	32	10	2	3	89	147	321	4	6	66,67	D	sedang
9	260	326	286	178	115	61	23	8	4	154	191	392	3	8	37,50	C	agak basah
10	363	425	332	198	96	74	54	7	0	74	157	449	3	6	50,00	C	agak basah
11	153	205	285	157	111	108	43	62	28	74	142	366	2	8	25,00	B	basah
12	333	442	420	335	260	124	105	60	32	90	241	527	1	9	11,11	A	sangat basah
13	180	362	330	239	185	132	88	102	37	80	197	403	1	9	11,11	A	sangat basah
14	165	286	256	194	121	108	68	76	22	49	127	350	2	8	25,00	B	basah
15	326	400	266	197	132	48	53	35	23	129	224	495	4	8	50,00	C	agak basah
16	213	338	247	179	150	47	21	24	17	53	139	303	5	7	71,43	D	sedang
17	393	518	454	211	62	22	32	1	0	27	67	352	5	5	100,00	E	agak kering

*keterangan: BK = Bulan Kering; BB = Bulan Basah



Gambar 1. Perkembangan laju lilit batang pada setiap fase TBM di perkebunan karet beriklim kering sebelum ada perbaikan kultur teknis
Sumber : (Sutrisno, 2012)



Gambar 2. Pola sebaran rerata curah hujan dan produksi per bulan tahun 2005-2010 pada perkebunan karet beriklim kering. Bulan Juni/Juli hingga pertengahan Oktober umumnya tanaman mengalami gugur daun.

B. Perumusan Rekomendasi

Berdasarkan hasil obsevasi tersebut, dirumuskan beberapa rekomendasi kultur teknis sebagai berikut:

1. Bahan tanam yang adaptif

Tanaman karet yang berakar tunggang panjang lebih mampu beradaptasi dan mengatasi masalah kekeringan. Semakin panjang akar tunggang, tanaman akan lebih tahan terhadap kekeringan karena akar akan mampu memperoleh air sampai pada kedalaman tanah tertentu. Karena itu secara genetis dan fisiologis, bahan tanam pada perkebunan karet beriklim kering sebaiknya diarahkan kepada hal tersebut. Secara genetis bahan tanam tersebut dapat dipenuhi melalui penggunaan klon anjuran yang tahan terhadap iklim kering. Adapun secara fisiologi dapat dipenuhi melalui metode perbanyak tanaman yang mampu menghasilkan sistem perakaran tunggang yang panjang dan kuat.

a. Klon anjuran tahan cekaman iklim kering

Klon karet yang telah dianjurkan pada perkebunan karet beriklim kering antara lain

IRR 104, IRR 112, IRR 118, IRR 119, BPM 24, BPM 107, BPM 109, PB 260, dan RRIC 100 (Lasminingsih *et al.*, 2009). Hasil penelitian Lasminingsih *et al.*(2005) menunjukkan bahwa klon PB 260 dan BPM 109 mempunyai produktivitas tertinggi pada pengujian di wilayah beriklim kering. Penelitian Karyudi *et al.* (2003) menunjukkan bahwa klon RRIC 100, RRIC 110, IRR 130, dan IRR 119 memiliki sistem perakaran yang paling baik, sedangkanditinjau dari kadar air akar maka klon RRIC 110, IRR 130 dan RRII 208 paling tahan terhadap kekeringan.

b. Bibit tabela agar memiliki sistem perakaran sempurna

Sistem perakaran yang sempurna dan panjang dapat diperoleh melalui metode perbanyak okulasi tabela. Okulasi tabela menggunakan benih yang langsung ditanam di polibag sebagai batang bawah, kemudian diokulasi pada umur 4-6 bulan. Setelah okulasi berhasil, tidak dilakukan pemotongan akar tunggang, sehingga dapat menghasilkan sistem perakaran yang sempurna dan lebih kuat. Bibit tabela dapat ditanam di lapangan ketika telah memiliki 1 atau 2 payung daun.

Pada perkebunan beriklim kering, penanaman bibit ke lapangan harus dilakukan pada waktu yang tepat, yaitu pada awal musim penghujan ketika curah hujan mencapai ≥ 100 mm atau jumlah hari hujan ≥ 100 hari (sekitar bulan November).

2. Manajemen lengas tanah

a. Jaga stabilitas lengas tanah

Menurut Setiono dan Hadi (2006) laju pertumbuhan tanaman karet pada daerah beriklim kering selama musim kemarau hanya 25% terhadap laju pertumbuhan selama satu tahun, kecuali klon yang toleran terhadap kekeringan. Mekanisme toleransi terhadap kekeringan dilakukan dengan mempertahankan kadar air daun relatif (*relative water content* / RWC). RWC daun pada musim kemarau tergolong rendah.

Rendahnya RWC daun pada musim kemarau disebabkan kondisi lahan sangat kering dengan kadar lengas tanah berkisar 27,5 - 28,4%. Lengas tanah pada kapasitas lapang seharusnya mencapai 35%.

Lengas tanah akan semakin rendah tanpa tindakan pengelolaan dan manajemen lengas. Prinsip manajemen lengas adalah memanen dan menyimpan air di dalam tanah sedemikian rupa sehingga selama musim kemarau tanaman masih dapat tersedia air yang cukup untuk proses metabolismenya secara optimal.

Pada fase pembibitan tanaman karet, kemampuan menahan air dan menyediakannya kembali bagi tanaman dipengaruhi oleh pemilihan media tanam pada polibag. Media tanam konvensional yang terdiri dari 2 bagian *top soil* dan 1 bagian pupuk kandang sudah cukup memberikan ketersediaan lengas tanah, tetapi harus disiram setiap hari khususnya selama musim kemarau. Hasil penelitian Pamungkas dan Nugrahani (2014) melalui penambahan 10-25 gram *soil conditioner* yang dicampur merata pada media tanam, mampu memberikan ketersediaan lengas minimal hingga dua hari, sehingga lebih hemat tenaga dan biaya penyiraman. Selain itu, dengan frekuensi

penyiraman yang lebih jarang, terdapat keuntungan tambahan berupa potensi kehilangan pupuk dan tanah akibat intensitas drainase yang lebih rendah.

Pada fase TBM dan TM, penyimpanan air hujan di dalam tanah dapat dilakukan melalui pembuatan lubang gandung atau rorak di sekitar tanaman sedalam minimal 20 cm (Gambar 3.A), kemudian diisi bahan organik. Prinsip lokasi pembuatan lubang gandung atau rorak tersebut adalah memotong ujung akar lateral. Bahan organik yang diberikan ke dalam lubang gandung atau rorak dapat berupa pupuk kandang atau kompos. Pemberian bahan organik utamanya dimaksudkan untuk menjaga lengas tanah. Dhaniyarso (2012) menjelaskan bahwa fungsi bahan organik antara lain memperbaiki porositas tanah/drainase, memperbaiki daya simpan air (lengas tanah), meningkatkan stabilitas agregat sehingga perakaran tanaman berkembang dengan baik, mengurai toksisitas Al dan Mn, meningkatkan KTK sehingga menambah kemampuan tanah untuk menahan unsur-unsur hara.

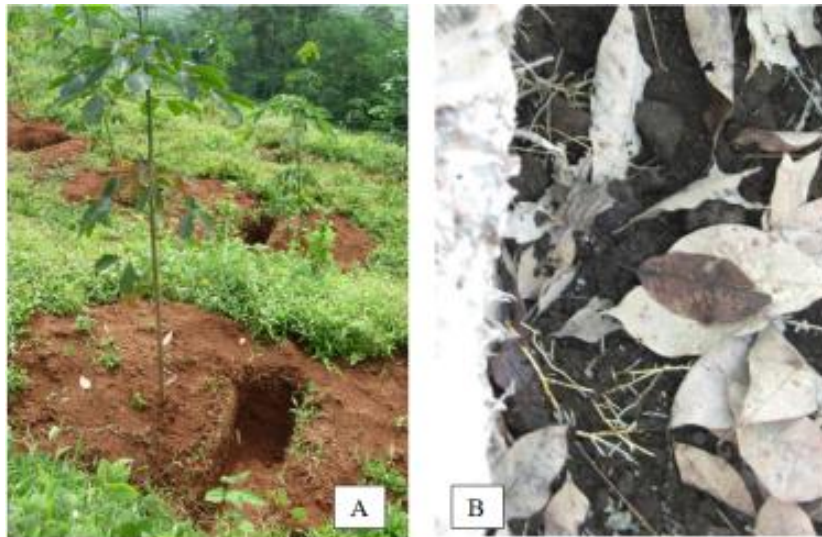
Bahan organik tersebut dapat diaplikasikan secara langsung, atau dimodifikasi dalam bentuk blok nutrisi. Setiono (2003) menyampaikan bahwa pemberian bahan organik dalam bentuk blok nutrisi dapat meningkatkan laju pertumbuhan tanaman karet pada daerah beriklim kering. Hal tersebut didukung oleh hasil pengamatan terhadap volume akar rambut, kadar hara daun dan lengas tanah yang cenderung lebih tinggi dibandingkan tanpa perlakuan blok nutrisi. Bahan organik dalam bentuk blok nutrisi dimasukkan ke lubang rorak pada kedalaman 50, 75 dan 100 cm.

b. Tingkatkan efektivitas serapan unsur hara

Pemberian bahan organik selain berfungsi menjaga lengas tanah, juga meningkatkan efisiensi penyerapan pupuk anorganik melalui aktivitas mikro organisme tanah. Terbukti bahwa pemberian bahan organik di dasar lubang rorak menyebabkan jumlah akar serabut lebih banyak (Gambar 3.B) dan

pertumbuhan akar lateral mengarah ke bawah (Setiono, 2003). Tempat tumbuhnya akar serabut di dalam lubang gandung dan rorak yang telah diisi bahan organik

merupakan lokasi yang tepat untuk pemupukan anorganik. Pemupukan yang tepat dapat menunjang efektivitas serapan hara.



Gambar 3. Pembuatan lubang gandung (A). Akar serabut banyak dijumpai di lubang gandung yang telah diberi bahan organik (B)

3. Penanaman LCC

Usaha untuk mengurangi terjadinya penguapan dan erosi yang berlebih di areal perkebunan karet dapat dilakukan dengan cara *in situ produced mulch* melalui penanaman tanaman kacang atau *legume cover crops* (LCC) minimal 30% area sebagai mulsa tanah dan penambah asupan nitrogen (Erenstein, 2003). Jenis LCC yang direkomendasikan adalah *Mucuna bracteata*, *Pueraria javanica*, *Centrosema pubescens* dan *Calopogonium mucunoides*. Manfaat penanaman LCC di perkebunan karet antara lain memperbaiki sifat fisik dan struktur tanah, mencegah erosi, meningkatkan kandungan bahan organik dan hara tanah, serta memperbaiki tata lanas tanah (Siagian, 2012). Oleh karena LCC mampu memperbaiki tata lanas tanah, maka penanaman LCC direkomendasikan agar menjadi baku teknis pada perkebunan karet di daerah beriklim kering.

4. Penanganan penyakit gugur daun (PGD)

Pada saat observasi di lapangan, salah satu penyakit yang sering dijumpai adalah PGD, utamanya penyakit gugur daun *Oidium* yang disebabkan oleh *Oidium heveae*. Spora *O. hevea* penyebab PGD *Oidium* terjadi bila kondisi iklim kemarau tetapi lingkungan lembab. Kondisi ini sangat rawan terjadi pada perkebunan karet di daerah beriklim kering, yaitu pada musim kemarau namun kondisi lingkungan lembab. Oleh karena itu metode pengendaliannya perlu diterapkan dengan tepat. Bila PGD *Oidium* tidak berhasil dikendalikan, maka setelah memasuki musim penghujan, daun-daun muda yang baru kuncup akan rentan terserang cendawan *C. gloesporioides*. Namun bila PGD *Oidium* dapat dikendalikan dengan baik, maka dapat diharapkan eksplosi PGD *Colletotrichum* tidak akan terjadi.

Pengendalian penyakit gugur daun melalui tindakan preventif maupun kuratif menjadi sangat penting dalam pengembangan dan budidaya tanaman karet. Tindakan preventif tersebut antara lain melalui penerapan sistem peringatan dini (EWS, *early warning system*) terhadap serangan PGD *Oidium*, dilakukan pada saat tanaman mulai membentuk daun-daun baru setelah mengalami gugur daun alami. Apabila pada periode tersebut kondisi cuaca kurang menguntungkan (kelembaban tinggi, sering mendung dan hujan rintik-rintik), maka usaha preventif pengendalian *Oidium* perlu dilakukan segera, yaitu dengan menggunakan belerang secara *dusting*. Aplikasi belerang dilakukan sepagi mungkin sekitar jam 01.00 – 05.00. Dosis belerang yang digunakan adalah 3-7 kg/ha, interval 3-7 hari dan dilakukan kurang lebih 6 kali. Cara ini efektif untuk melindungi daun-daun muda, sehingga pada saat memasuki musim penghujan, daun sudah tahan terhadap serangan *Colletotrichum* (Hadi *et al.*, 2011).

Adapun tindakan kuratif dalam rangka pengendalian penyakit PGD *Colletotrichum* adalah menggunakan fungisida berbahan aktif chlorothalonil, propineb, mancozeb, carbendazim, atau copper oxychlorite (Malaysian Rubber Board, 2009). Aplikasi fungisida sebaiknya dilakukan secara *dusting* dengan menggunakan *power duster* yang

mempunyai daya jangkau minimal 10 m. Dosis fungisida 2 kg/ha dengan interval aplikasi tiap 5 – 7 hari sekali. Pada blok tanaman yang terserang dengan intensitas sedang dapat dilakukan *dusting* 2 – 3 kali aplikasi, sedangkan yang serangannya berat dengan 5 – 6 kali aplikasi. Sebagai *carrier* dapat digunakan belerang 3 – 5 kg/ha. Periode efektif untuk *dusting* adalah pada saat kuncup daun masih berwarna kemerah-merahan, berumur 1 – 15 hari dan dilakukan pada dini hari antara jam 01.00 – 05.00 (Hadi *et al.*, 2011).

5. Penerapan teknologi penyadapan yang tepat

a. Pengelompokan klon berdasarkan karakteristik metabolisme

Paradigma baru dalam penerapan sistem penyadapan telah diarahkan sesuai tipologi klonal, yaitu identifikasi berdasarkan kemiripan fisiologis dan metabolisme pembentukan lateksnya. Hasil identifikasi tersebut menghasilkan dua kelompok klon berdasarkan tipologinya, yaitu klon *quick starter* dan *slow starter* (Sumarmadji *et al.*, 2009 dan Sumarmadji *et al.*, 2012). Klon berdasarkan kelompok metabolisme lateks disajikan pada Tabel4.

Tabel4. Klon karet berdasarkan metabolisme lateks

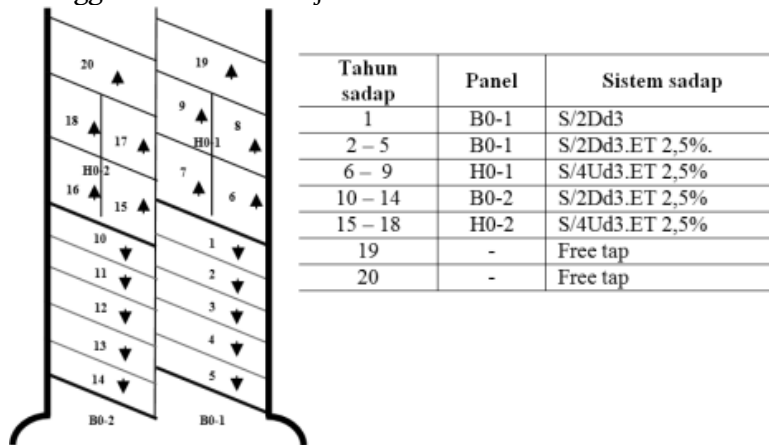
Jenis Klon Karet	Contoh Klon
<i>Quick starter</i>	PB 235, PB 260, PB 280, PB 340, RRIM 712, IRR 1, IRR 2, IRR 3, IRR 4, IRR 5, IRR 6, IRR 7, IRR 8, IRR 10, IRR 103, IRR 104, IRR 105, IRR 106, IRR 107, IRR 109, IRR 110, IRR 111, IRR 112, IRR 117, IRR 118, IRR 230, IRR 120, IRR 121, IRR 123, IRR 124, IRR 125, IRR 126, IRR 127, IRR 128, IRR 131, IRR 134, IRR 138, IRR 222, IRR 224, IRR 228, IRR 230, IRR 231, IRR 232, IRR 234, IRR 235, dan IRR 243
<i>Slow Starter</i>	AVROS 2037, BPM 1, BPM 24, BPM 107, BPM 109, GT 1, IRR 9, IRR 106, IRR 130, IRR 133, IRR 135, IRR 136, IRR 137, IRR 142, IRR 143, PB 217, PB 330, PR 255, PR 261, PR 300, PR 303, RRIC 100, RRIC 102, RRIC 110, RRIM 600, RRIM 717, TM 2, TM 6, TM 8, dan TM 9

Sumber : Sumarmadji *et al.*, 2012

b. Penerapan sistem sadap berdasarkan tipologi klonal

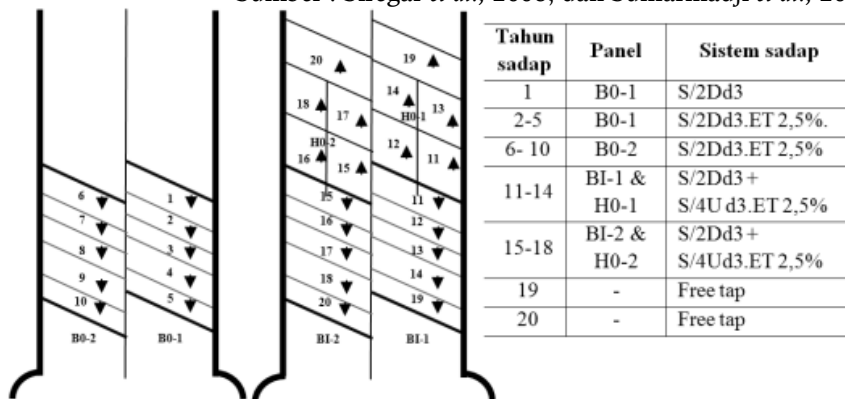
Kelompok klon pada Tabel 4 tersebut memiliki mekanisme fisiologis yang berbeda. Klon karet dengan aktivitas metabolisme pembentukan lateks yang tinggi, maka akan semakin kritis terhadap kekurangan pasokan asimilat. Oleh karena itu, peningkatan intensitas eksploitasi akan sangat berbahaya bagi klon tersebut. Klon karet yang memiliki tipe metabolisme tinggi tidak efektif jika

diberikan intensitas eksploitasi yang tinggi, sebaliknya klon dengan metabolisme rendah menjadi sangat perlu diberikan intensitas eksploitasi yang tinggi dan berkesesuaian. Berdasarkan pertimbangan tersebut telah disusun tata guna panel penyadapan untuk klon *quick starter* dan *slow starter*. Tata guna panel tersebut disajikan pada Gambar 4 dan 5 (Siregar *et al.*, 2008; dan Sumarmadji *et al.*, 2012).



Gambar 4. Tata guna panel pada klon-klon *quick starter*

Sumber : Siregar *et al.*, 2008; dan Sumarmadji *et al.*, 2012



Gambar 5. Tata guna panel pada klon-klon *slow starter*

Sumber : Siregar *et al.*, 2008; dan Sumarmadji *et al.*, 2012

c. Gunakan stimulan secara teratur

Pemakaian stimulan merupakan bagian integral dari sistem eksploitasi karet terutama pada perkebunan besar untuk mencapai keuntungan yang maksimal (Herlinawati dan Kuswanhadi, 2013). Pemakaian stimulan dimaksudkan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas tanaman karet, serta

memperlama masa aliran lateks (Karyudi dan Junaidi, 2009). Pada perkebunan beriklim kering dengan faktor pembatas adalah ketersediaan air, maka aplikasi stimulan disesuaikan dengan kondisi tersebut. Aplikasi stimulan direkomendasikan agar dihentikan ketika memasuki musim kemarau atau curah hujan < 100 mm, sehingga aplikasi stimulan

rerata hanya 14 kali/tahun (14/y). Adapun penggunaan stimulan umumnya dapat dilakukan hingga 18/y atau sesuai hasil uji diagnosa lateks.

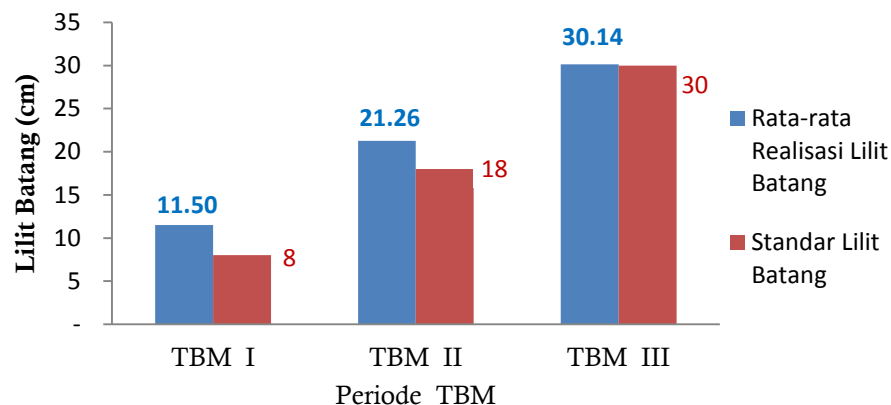
C. Hasil Monitoring dan Evaluasi

Beberapa teknologi yang telah dijelaskan pada point B tersebut telah diterapkan di beberapa perkebunan karet di Jawa Timur yang cenderung memiliki iklim kering. Berdasarkan pengamatan di lapangan, hasil penerapan paket teknologi tersebut dapat meningkatkan laju pertumbuhan dan produktivitas tanaman karet.

1. Peningkatan laju pertumbuhan TBM

Sebelum diterapkan paket teknologi, pertumbuhan TBM karet cenderung di bawah standar (Gambar 6), namun setelah diterapkan teknologi (adopsi klon IRR 118

dan PB 260, bibit tabela, teknologi manajemen lengas berupa pembuatan rorak dan penambahan bahan organik, penanaman LCC, dan penjagaan kesehatan daun dari serangan PGD) pada beberapa kebun karet dilaporkan mampu memperbaiki pertumbuhan tanaman dan meningkatkan pertambahan lilit batang. Pada Gambar 6, Sutrisno (2012) melaporkan perbandingan rerata lilit batang secara korporat di semua kebun yaitu setelah diterapkan teknologi tersebut dengan standar lilit batang pada umumnya. Perbaikan laju pertumbuhan lilit batang sudah mulai terlihat sejak akhir TBM 1, yaitu mampu mencapai 11,50 cm sedangkan stadarnya 8 cm. Pada akhir TBM 2 juga menunjukkan capaian lilit batang lebih tinggi (21,26 cm) dibandingkan standarnya (18 cm). Demikian pula capaian lilit batang pada akhir TBM III yaitu 30,14 cm.



Gambar 6. Perbandingan lilit batang pada TBM setelah diterapkan paket teknologi
Sumber : Sutrisno, 2012

2. Peningkatan produktivitas TM

Penerapan paket teknologi berupa penyadapan *double cut* (DC) dan efektivitas penggunaan stimulan, serta diikuti dengan pemeliharaan berupa penjagaan lengas tanah dan peningkatan efektivitas serapan hara mampu mendukung optimalisasi penyadapan, sehingga produksi karet kering meningkat. Klon yang digunakan pada kebun tersebut mayoritas tergolong *slow starter*. Sistem sadap yang diterapkan adalah *double*

cut (DC) S/2Dd3 di B1 dan S/4Ud3.ET2,5%.Ba.1.2w.14-18/ydi H0. Penggunaan stimulan dilakukan terutama pada bulan dengan curah hujan >100 mm/bulan, dan dihentikan pada bulan dengan curah hujan rendah (<100 mm/bulan). Aplikasi stimulan pada penyadapan SKB direkomendasikan secara *grove application system* (Ga), sedangkan pada penyadapan panel atas yang diterapkan DC dilakukan secara *bark application system* (Ba).

Hasil penerapan sistem sadap DC menunjukkan adanya peningkatan produksi karet kering secara signifikan (Tabel 5). Persentase kenaikan tertinggi setelah disadap DC dijumpai di Kebun A, sedangkan terendah dijumpai di Kebun B tahun tanam 1993. Pada tahun 2009 penyadapan klon PR 300 di Kebun A (seluas 33,60 ha) belum disadap DC, melainkan masih disadap secara SKB di panel B1-1 (S/2Dd3.ET2,5%). Produktivitas yang diperoleh pada tahun 2009 sekitar 40,2 g/p/s (2.072 kg/ha), kemudian mengalami kenaikan pada tahun 2010 (yaitu setelah dilakukan penyadapan DC) menjadi 54,7 g/p/s (2.818 kg/ha) atau naik sebesar 36,1%. Pada Kebun B tahun tanam 1993 kenaikan produksi hanya sekitar 0,3%, yaitu dari 36,5 g/p/s menjadi 36,6 g/p/s. Kenaikan secara signifikan terjadi setelah tahun kedua diterapkan DC, yaitu dari 36,6 g/p/s (1.825 kg/ha) menjadi 40,2 g/p/s (2.008 kg/ha), atau terjadi kenaikan sekitar 10%.

Hanya saja penerapan sistem sadap DC harus dikontrol agar tidak terjadi over eksploitasi sehingga dalam jangka panjang berdampak terhadap penurunan produksi.

Pengamatan di lapangan menunjukkan akibat teknis penyadapan DC yang tidak normatif dan over eksploitasi menyebabkan terjadinya penurunan produksi yang dimulai sejak tahun ke-3. Persentase penurunannya hingga mencapai 2,2 – 21,8% (Balai Penelitian Getas., 2013). Permasalahan yang sering dijumpai dalam penerapan sistem sadap DC adalah mutu sadap jelek terutama pada sadapan atas. Mutu sadap pada irisan atas cenderung tebal dan dalam, sehingga konsumsi kulit boros dan banyak luka kayu. Apabila hal tersebut terjadi secara berkelanjutan dikhawatirkan menyebabkan kesinambungan aliran lateks pada saat penyadapan berada di panel B1-2/H0-2 terganggu, sehingga produksi lateks pada panel tersebut akan terus turun secara drastis. Oleh karena itu, Siagian *et al.* (2009) menyampaikan bahwa tap inpeksi penting dilakukan untuk menghasilkan mutu sadap yang baik. Selain itu perlu dilakukan kegiatan untuk meningkatkan keahlian dan ketrampilan penyadap, misalnya melalui program *tapping school*.

Tabel 5. Produksi beberapa perkebunan sebelum dan setelah menerapkan sistem sadapan irisan ganda

Tahun Tanam/ Klon/ Luas (ha)	Uraian (sistem sadap, produktivitas kg/ha/th dan g/p/s)	Tahun						
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Kebun A								
1993	Sistem sadap*	(2)	(2)	(2)	(3)**	(3)	(3)	(4)
PR 300	kg/ha/th	2.550	2.251	2.072	2.818	2.856	2.341	1.459
33,60	g/p/s	49,5	43,7	40,2	54,7	55,5	45,5	28,3
Kebun B								
1993	Sistem sadap*	(1)	(1)	(2)	(3)**	(3)	(3)	(4)
GT-1	kg/ha/th	1.503	1.714	1.820	1.825	2.008	1.571	1.683
24,00	g/p/s	30,1	34,3	36,5	36,6	40,2	31,5	33,7
1994	Sistem sadap*	(1)	(1)	(1)	(2)	(3)**	(3)	(4)
PR 300	kg/ha/th	1.738	2.014	2.221	2.174	2.245	2.189	1.809
17,17	g/p/s	34,2	39,6	43,7	42,7	44,1	43,0	35,6
Kebun C								
1991	Sistem sadap*	(2)	(2)	(3)**	(3)	(3)	(3)	(4)
GT 1	kg/ha/th	1.671	1.455	1.666	2.000	1.805	1.476	1.511

Paket teknologi optimasi pertumbuhan dan produktivitas tanaman karet pada daerah beriklim kering
(studi kasus di perkebunan karet PTPNXII)

33,40	g/p/s	39,1	34,1	39,0	46,8	42,3	34,6	35,4
Kebun D								
1992	Sistem sadap*	(2)	(3)**	(3)	(3)	(3)	(4)	(4)
GT 1	kg/ha/th	1.500	1.826	1.811	1.772	1.672	1.194	1.029
65,15	g/p/s	36,3	44,2	43,9	42,9	40,5	28,9	24,9
Kebun E								
1992	Sistem sadap*	(2)	(3)**	(3)	(3)	(3)	(4)	(4)
GT 1	kg/ha/th	1.503	1.669	1.646	1.406	1.358	1.238	842
34,44	g/p/s	34,4	38,2	37,7	32,2	31,1	28,3	19,3

Keterangan:

* sistem sadap:

(1) S/2Dd3.ET2,5% di panel B0-2

(2) S/2Dd3.ET2,5% di panel B1-1

(3) DC S/2Dd3 + S/4Ud3.ET2,5% pada panel B1-1 dan H0-1 (penerapan rekomendasi berupa sadap DC)

(4) DC S/2Dd3 + S/4Ud3.ET2,5% pada panel B1-2 dan H0-2 (penerapan rekomendasi berupa sadap DC)

** mulai diterapkan rekomendasi sistem sadap sesuai tipologi klon secara DC

Sumber: Balai Penelitian Getas, 2013 (data diolah).

Kesimpulan

Penerapan paket teknologi yang telah direkomendasikan pada saat TBM dan TM pada beberapa area perkebunan karet yang mempunyai iklim kering dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman yaitu pada TBM 3 lilit batang sesuai dengan standar yaitu 30,14 cm dan optimasi penyadapan dengan menggunakan sistem sadap *double cut* ditambah stimulan dapat meningkatkan produktivitas tanaman 10 – 30%.

Daftar Pustaka

Balai Penelitian Getas. (2013, April 16). *Laporan akhir evaluasi sistem eksploitasi perkebunan karet*. (Tidak dipublikasikan).

Dhaniyarso, I. (2012). Penggunaan pupuk organik untuk pembenah tanah bagi tanaman karet. *Prosiding Konferensi Nasional Karet*, Yogyakarta, November 2012.

Direktorat Jendral Perkebunan. (2015). *Statistik Perkebunan Indonesia 2014-2016. Karet*. Jakarta : Direktorat Jenderal Perkebunan.

Erenstein, O. (2003). Smallholder conservation farming in the tropics and sub-tropics: a guide to the development and dissemination of mulching with crop residues and cover crops. *Agriculture, Ecosystems and Environment Journal*, 100,17-37. doi:10.1016/S0167-8809(03)00150-6.

Gregory, P.J. (1984). Water availability and crop growth in arid regions. *Outlook on Agriculture*, 13(4), 208-215.

Hadi, H., Setiawan, B., Setiono., dan Rouf, A. (2011, Mei 5) .*Laporanevaluasi penyakit gugur daun pada beberapa kebun karet*. (Tidak dipublikasikan).

Herlinawati, E. dan Kuswanhadi. (2013). Alternative tapping systems for RRIC 100 clone from opening. *Journal of Materials Science and Engineering*, B 3, 9,590-596.

Karyudi., Indraty, I.S., Suharyanto, dan Sudiharto. (2003). Teknologi budidaya karet untuk daerah kering di kawasan timur Indonesia. *Prosiding Konferensi Agribisnis Karet Menunjang Indusri Lateks dan Kayu*, Medan, Desember 2003.

Karyudi dan Junaidi. (2009). Penggunaan stimulan untuk meningkatkan produktivitas tanaman karet. *Kumpulan Makalah Pertemuan Teknis Eksploitasi Tanaman Karet*, Medan, Desember 2009.

- Kuswanhadi dan Herlinawati, E. (2012). Penyadapan. *Saptabina Usahatani Karet Rakyat* (pp.93-101) Edisi khusus cetakan keenam. Sembawa : Balai Penelitian Sembawa.
- Lasminingsih, M., Hadi, H., Aidi-Daslin., dan Wijaya, T. (2005). Produksi dan pertumbuhan klon karet pada berbagai agroekosistem. *Prosiding Lokakarya Nasional Pemuliaan Tanaman Karet*, Medan, November 2005.
- Lasminingsih, M., Woelan, S., dan Aidi-Daslin. (2009). Evaluasi keragaan klon karet seri 100. *Prosiding Lokakarya Nasional Pemuliaan Tanaman Karet*, Batam, Agustus 2009.
- Lembaga Getah Malaysia. (2009). Leaf Diseases: Treatment of maladies and injuries and control of pests. *Rubber plantation and processing Technologies*. Kuala Lumpur : Lembaga Getah Malaysia.
- Oldeman, L.R., Irsal, L., and Muladi. (1980). An agroclimatic map of Kalimantan, Maluku, Irian Jaya dan Bali, West dan East Nusa Tenggara. Bogor: *Contribution of Central Institute of Agriculture Bogor*.
- Pamungkas, A.S. dan Nugrahani, M. O. (2014, Juli 23). *Progress Report, The Test of Soil Conditioner Stockosorb On Growth of Hevea brasiliensis*. Salatiga : Balai Penelitian Getas
- Rouf, A., Setiono, dan Pamungkas, A.S. (2013). Urgensi sensus lilit batang sejak TBM 1 sebagai strategi meningkatkan keragaan dan keseragaman tanaman karet. *Warta Perkaretan*, 32(2), 95-104.
- Setiono. (2003). Penggunaan blok nutrisi untuk memodifikasi arah akar lateral dan pertumbuhan karet di daerah beriklim kering. *Prosiding Konferensi Agribisnis Karet Menunjang Indusri Lateks dan Kayu*, Medan, Desember 2003.
- Setiono, dan Hadi, H. (2006). Adaptabilitas dan stabilitas beberapa klon karet di daerah beriklim kering. *Prosiding Lokakarya Nasional Budidaya Tanaman Karet*, Medan, September 2006.
- Siagian, N., Siregar, T.H.S., Sumarmadji., dan Karyudi. (2009). Potret umum pelaksanaan norma baku eksploitasi di beberapa perkebunan karet. *Kumpulan Makalah Pertemuan Teknis Eksploitasi Tanaman Karet*, Medan, Desember 2009.
- Siagian, N. (2012). Perbanyak tanaman kacang penutup tanah *Mucuna bracteata* melalui benih, stek batang, dan penyusuan. *Warta Perkaretan*. 31(1), 21-34.
- Siregar, T.H.S., Junaidi., Sumarmadji., Siagian, N., dan Karyudi. (2008). Perkembangan penerapan rekomendasi sistem eksploitasi tanaman karet di perkebunan besar negara. *Prosiding Lokakarya Nasional Agribisnis Karet*, Yogyakarta, Agustus 2008.
- Sumarmadji., Junaidi., dan Atminingsih. (2009). Perkembangan sistem eksploitasi dalam upaya pencapaian produktivitas optimal. *Warta Perkaretan*. 28(2), 61-72.
- Sumarmadji., Junaidi., Atminingsih., Kuswanhadi., dan Rouf, A. (2012). Paket teknologi penyadapan untuk optimasi produksi sesuai tipologi klon. *Prosiding Konferensi Nasional Karet*, Yogyakarta, September 2012.
- Sutrisno. (2012). Penerapan paket teknologi TBM karet di wilayah beriklim kering. *Prosiding Konferensi Nasional Karet*, Yogyakarta, November 2012.
- Tan, K.H. (2008). *Soils in the humid tropics and monsoon region of Indonesia*. Florida : CRC Press.
- Wijaya, T. (1995). Karakteristik agroklimat wilayah pengembangan karet di Irian Jaya. *Prosiding Lokakarya Nasional Pemuliaan Tanaman Karet*, Medan, November 1995.
- Wijaya, T., Istianto., Sudiharto., dan Rosyid, M.J. (2008). Pengembangan karet di lahan sub-optimal. *Prosiding Lokakarya Nasional Agribisnis Karet*, Yogyakarta, Agustus 2008.