

LAPORAN PENELITIAN

SKENARIO PENGELOLAAN TANAH DAN TANAMAN YANG DAPAT MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS SHORGUM DI LAHAN KERING DI KABUPATEN LOMBOK UTARA



Oleh:

1. Prof. Ir. Suwardji, MAppSc, PhD (Ketua Peneliti)
2. Ir. I G. L. Parta Tanaya, MAppSc, PhD (Anggota)
3. Tri Rachmanto, ST, MSc, PhD (Anggota)
4. Abdul Nasir, ST, MT (Anggota)
5. Joko Priyono, MSc, PhD (Anggota)

UNIVERSITAS MATARAM
2018

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Penelitian : Skenario Pengelolaan Tanah dan Tanaman yang Dapat Meningkatkan Produktivitas Shorgum di Lahan Kering di Kabupaten Lombok Utar
2. Ketua Tim Pelaksana
 - a. Nama Lengkap : Prof. Ir. Suwardji, M.App.Sc., Ph.D.
 - b. NIP : 19580403 198603 1 004
 - c. Jabatan Fungsional/Gol. : Wakil Rektor Bidang Perencanaan, Kerja Sama dan Sistem Informasi / IVd
 - d. Perguruan Tinggi : Universitas Mataram
 - e. Alamat Kantor : Jl. Majapahit No. 62 Mataram 83125
 - f. Alamat Rumah : Jl. Sumatera No. 8 Perumahan Gunungsari Indah, Kecamatan Gunungsari, Kabupaten Lombok Barat
3. Anggota Tim Pelaksana
 - a. Anggota 1 : Ir. I Gusti Lanang Parta Tanaya, Ph.D.
 - b. Anggota 2 : Tri Rachmanto, ST, MSc, PhD
 - c. Anggota 3 : Abdul Nasir, ST, MT
 - d. Anggota 4 : Ir Joko Priyono, MSc, PhD.
4. Lokasi Kegiatan
 - a. Desa : Desa Akar-Akar Kecamatan Bayan dan Desa Rempe Kecamatan Gangga
 - b. Kabupaten : Lombok Utara
 - c. Provinsi : Nusa Tenggara Barat
5. Jangka Waktu : 3 (Tiga Bulan)

Mataram, 17 Desember 2018

Mengetahui,
Wakil Rektor Bidang Perencanaan,
Kerja Sama dan Sistem Informasi Unram



Prof. Ir. Suwardji, M.App.Sc., Ph.D.
NIP. : 19580403 198603 1 004

Ketua Tim Peneliti

A blue ink signature, likely of Prof. Ir. Suwardji, M.App.Sc., Ph.D., written in a cursive style.

Prof. Ir. Suwardji, M.App.Sc., Ph.D.
NIP. : 19580403 198603 1 004

RINGKASAN

PENANAMAN SORGHUM UNTUK PERCOBAAN PEMBUATAN BIOETANOL DI KABUPATEN LOMBOK UTARA

Tanaman sorgum adalah salah satu jenis tanaman yang mempunyai multiguna, yaitu sebagai tanaman penghasil bahan pangan (hasil bijinya), pakan ternak (biomas-nya), dan bahan baku bioethanol (batang dan hasil bijinya). Selain itu, tanaman sorgum relatif adaptif terhadap kondisi lahan suboptimal (termasuk lahan kering), sehingga tanaman sorgum sangat potensial dikembangkan di lahan kering di Kabupaten Lombok Utara (KLU). Namun pengembangan tanaman sorgum di lahan dengan kondisi tanah di KLU yang unik, yaitu tanah pasir, porus, terbentuk dari batu apung (miskin hara) perlu dikaji aspek teknis maupun sosial-ekonomi. Tujuan umum dari riset ini adalah untuk menghasilkan suatu sistem usahatani yang tepat (produktif, ramah lingkungan, dan berkelanjutan) untuk pengembangan tanaman sorgum pada lahan kering di NTB), khususnya sebagai bahan baku produksi bioethanol. Pada tahap awal ini, tujuan riset difokuskan untuk mengetahui produktivitas usahatani tanaman sorgum di lahan kering KLU dengan indikator produksi batang (biomass), biji sorgum, brix batang sorgum, umur sorgum dengan brix tertinggi, dan efisiensi penggunaan air melalui penerapan beberapa skenario manajemen unsur hara dan air.

Penelitian dilakukan di laboratorium lapang (*farm station*) lahan kering Fakultas Pertanian Universitas Mataram di Desa Akar-Akar, Kecamatan Bayan, Kabupaten Lombok Utara. Untuk mencapai tujuan khusus tersebut telah dilakukan 3 unit percobaan, yaitu berkaitan dengan uji aplikasi (1) pupuk organik dan silikat, (2) pupuk nitrogen dan citosan, dan (3) sistem irigasi dan amelioran tanah.

Beberapa hasil penting dari percobaan awal tersebut adalah:

- Kadar gula brix batang tanaman sorgum yang ditanam pada lahan kering di KLU cukup tinggi (14 – 17 %). Potensi tersebut memungkinkan ditingkat melalui penerapan manajemen air dan unsur hara yang tepat, sesuai dengan kondisi spesifik lahan setempat.
- Daya jerap tanah pasir di Lombok Utara terhadap air dapat ditingkatkan dengan menambahkan bahan organik (kompos), dan ameliorasi tanah tersebut berdampak positif signifikan peningkatan pertumbuhan dan hasil sorgum (biomas maupun kadar gula brix). Pemberian bahan organik (kompos) harus cukup tinggi ≥ 30 t/ha), diaplikasikan secara langsung maupun bertahap.
- Umur tanaman sorgum dimana kadar gula brix-nya maksimal sekitar 104 hari setelah tanam (hst), atau pada fase vegetatif maksimum. Implikasinya, jika penanaman sorgum dimaksudkan untuk menghasilkan bahan baku ethanol yang maksimal, maka hasil biji gandum (sebagai bahan pangan) harus diabaikan.
- Penggunaan pupuk silikat (Agrosil hingga 200 kg/ha), citosan, dan pupuk hayati tidak atau kurang berpengaruh terhadap pertumbuhan maupun hasil sorgum. Namun berdasarkan beberapa hasil penelitian sebelumnya pada tanaman serelia, penggunaan pupuk silikat akan

berpengaruh positif pada pertumbuhan, hasil, dan kadar gula brix sorgum apabila pupuk Si yang digunakan mudah terlarut/Si mudah tersedia bagi tanaman.

- Dalam hal efisiensi penggunaan air, penerapan sistem irigasi pancar (springkler) lebih baik daripada sistem irigasi lele.

Dapat disimpulkan bahwa tanaman sorgum sangat potensial dikembangkan pada lahan kering di wilayah Kabupaten Lombok Utara untuk industri bioethano. Kadar gula brix batang sorgum maksimum dicapai pada tanaman berumur sekitar 104 hari setelah tanam (hst). Kadar brix tersebut masih dapat ditingkatkan melalui penerapan manajemen sifat fisik tanah (peningkatan daya jerap tanah terhadap air), unsur hara, dan pemberian air/irigasi yang tepat. Dari segi teknis usahatani, selain sistem irigasi yang harus efisien, upaya peningkatan daya jerap tanah terhadap air dapat dilakukan melalui penggunaan bahan amelioran tanah yang alami, murah, dan tersedia melimpah secara lokal, yaitu bahan organik/kompos.

Berdasarkan hasil penelitian awal ini, masalah teknis dan sosial yang perlu dikaji lebih lanjut sehingga nantinya diperoleh paket teknologi usahatani sorgum di lahan kering yang efektif dan efisien, dan *aplicable on farm* adalah:

- 1) Kajian potensi hasil dari tanaman ratun sorgum, yaitu pemeliharaan tanaman sorgum yang tumbuh dari sisa batang bawah yang ditinggalkan setelah panen pertama dan seterusnya.
- 2) Uji aplikasi pupuk berbasis silikat berbentuk cair, baik melalui tanah maupun daun (disemprotkan). Meskipun hasil uji aplikasi pupuk silikat (Agrosil) tidak menunjukkan hasil yang positif, hal tersebut lebih disebabkan oleh tingkat ketersediaan Si dari Agrosil yang relatif rendah sehingga memerlukan dosis yang sangat tinggi (ton/ha); dan sorgum merupakan salah satu jenis tanaman akumulator Si.
- 3) Kajian aspek ekonomis dari usahatani sorgum untuk bahan bioethanol (dipanen batangnya pada fase vegetatif maksimum) vs sebagai bahan bioethanol + bahan pangan, dan pakan ternak (dipanen pada fase generatif maksimal).

DAFTAR ISI

| | |
|---|-----|
| RINGKASAN | i |
| DAFTAR ISI | iii |
| DAFTAR TABEL | iv |
| DAFTAR GAMBAR | iv |
| BAB I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Tujuan | 2 |
| BAB II. TINJAUAN PUSTAKA | 3 |
| 2.1. Tanaman Sorgum | 3 |
| 2.2. Karakteristik Lahan Kering di KLU | 5 |
| 2.3. Masalah Tanah Pasiran dan Alternatif Solusinya | 5 |
| BAB III. METODE PENELITIAN | 8 |
| 3.1. Pertimbangan Teknis | 8 |
| 3.2. Pelaksanaan Penelitian | 8 |
| 3.3. Parameter dan Analisis Data | 9 |
| BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | 10 |
| 4.1. Pertumbuhan Sorgum | 10 |
| 4.2. Produksi Biji Sorgum | 11 |
| 4.3. Efisiensi Penggunaan Air (<i>Water Use Efficiency</i>) | 13 |
| 4.5. Kadar Nira dan Brix Batang Sorgum | 14 |
| 4.6. Bahasan Umum | 16 |
| BAB V. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI | 18 |
| 5.1. Kesimpulan | 18 |
| 5.2. Rekomendasi | 18 |
| DAFTAR PUSTAKA | 19 |

DAFTAR TABEL

| No | Judul/Teks | Halaman |
|----|--|---------|
| 1. | Rerata kadar gula brix (%) batang sorgum (percobaan I) | 15 |
| 2. | Kadar dan jumlah nira serta gula brix (data dari percobaan I) | 15 |
| 3. | Rerata kadar dan jumlah nira serta gula brix (dari percobaan II) | 16 |

DAFTAR GAMBAR

| No | Judul/Teks | Halaman |
|----|--|---------|
| 1. | Hubungan antara biomasa kering sorgum dengan dosis pemberian pupuk Agrosil dan bahan organik | 10 |
| 2. | Hubungan antara rerata bobot biomas basah dan kering dengan pemberian bahan amelioran tanah yang diaplikasikan dengan irigasi leb maupun pancar (<i>springkler</i>) | 11 |
| 3. | Hubungan antara rerata hasil biji sorgum dengan dosis pemberian pupuk Agrosil dan bahan organik | 12 |
| 4. | Hubungan antara rerata bobot malai sorgum dengan jenis amelioran tanah yang diaplikasikan dengan sistim irigasi leb maupun pancar (<i>springkler</i>) | 12 |
| 5. | Hubungan antara rerata <i>water use efficiency</i> (WUE) dengan jenis amelioran tanah yang diaplikasikan dengan sistim irigasi leb maupun irigasi pancar (<i>springkler</i>) | 13 |

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sorgum merupakan salah satu tanaman yang dapat berfungsi jamak (multi fungsi), antara lain sebagai penghasil bahan pangan (bijinya), pakan ternak (biomasnya), dan bahan bioetanol (batangnya). Keunggulan lain dari aspek teknis usahatani, sorgum merupakan tanaman yang sangat adaptif terhadap kondisi media tumbuh (tanah) di lahan suboptimal (Toure et al., 2004, Suwardji, 2017). Melalui penerapan teknologi usahatani yang tepat, diperkirakan tanaman sorgum juga adaptif terhadap kondisi lahan kering dan panas (bulan hujan < 3 bulan) dengan tanah pasiran, porus, dan miskin hara (bahan induk tanah batu apung) yang tersebar cukup luas wilayah Kabupaten Lombok Utara. Jika postulasi itu terbukti benar, maka sorgum sangat potensial dikembangkan pada lahan kering di Provinsi NTB yang cukup luas, yaitu 1,84 juta hektar (Suwardji et al. 2002), dan akan mampu meningkatkan perekonomian dan kesejahteraan masyarakat (petani) di NTB.

Tanaman sorgum, khususnya sorgum manis yang batangnya mengandung nira, mengandung lignoselulosa dan sakarida yang dapat difermentasi menjadi gula sebanyak 6,5 - 10,1 ton/ha. Tanaman sorgum dapat pula dimanfaatkan sebagai pakan ternak yang bermutu tinggi, sebagai bahan baku bioetanol, dan pangan (Ratnavathi et al., 2010). Di Indonesia, tanaman sorgum merupakan tanaman pangan yang belum mendapat perhatian serius, dan produksi biji sorgum relatif rendah (1 - 3.5 ton/ha) dibandingkan dengan produksi sorgum internasional (7 - 9 ton/ha) (Galuh et al., 2012; Sutrisna, 2012).

Pusat Riset Unggulan Pertanian yang Adaptif terhadap Perubahan Iklim (CoE-CLEAR) Universitas Mataram sejak 2014 telah melakukan penelitian secara berkesinambungan tentang potensi dan kendala pengembangan sorgum manis di lahan kering Pulau Lombok. Hasil penelitian Adiansyah et al. (2017) menunjukkan bahwa bahan pembenah tanah biochar dan pupuk kandang mampu meningkatkan produksi sorgum mencapai > 17 %. Selanjutnya, hasil penelitian Hirjani (2015) menunjukkan bahwa pemupukan N, P, dan K mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil sorgum lebih dari 27 % dengan hasil tertinggi 3,9 ton/ha. Hasil analisis efisiensi penggunaan air (WUE) oleh Adiansyah et al. (2017) menunjukkan bahwa penambahan biochar dapat meningkatkan WUE, namun relatif masih rendah (8 - 12 kg/mm). Demikian halnya oleh Hirjani, et al. (2015) juga diperoleh nilai WUE relatif masih rendah (9 - 11 kg/mm).

Sebagai pembandingan, WUE tanaman sorgum di USA, Australia, dan India adalah 20 - 22 kg/mm (Abdel, 2010). Berdasarkan uraian di atas tampak bahwa ternyata masih banyak kendala teknis usahatani yang harus diatasi untuk menemukan sistem usahatani sorgum yang tepat dalam rangka mengoptimalkan pemanfaatan lahan suboptimal (kering kering) di KLU.

1.2. Tujuan

Tujuan umum dari riset ini adalah untuk menghasilkan suatu sistem usahatani yang tepat (produktif, ramah lingkungan, dan berkelanjutan) untuk pengembangan tanaman sorgum pada lahan kering di NTB), khususnya sebagai bahan baku produksi bioethanol. Pada tahap awal ini, tujuan riset difokuskan untuk mengetahui produktivitas usahatani tanaman sorgum di lahan kering KLU dengan indikator produksi batang (biomass), biji sorgum, brix batang sorgum, umur sorgum dengan brix tertinggi, dan efisiensi penggunaan air melalui penerapan beberapa skenario manajemen unsur hara dan air.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Sorgum

Tanaman sorgum adalah salah satu jenis tanaman serealia (C4) penting yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan pangan (memenuhi kebutuhan karbohidrat); dan telah dimanfaatkan sebagai sumber pangan pokok ke-5 di dunia setelah gandum, padi, jagung, dan barley (FAO, 2005). Sorgum mengandung karbohidrat 83 %, protein 11 %, lemak 3,3 %, vitamin B1, Fe, P, dan Ca (Nurmala, 2008). Tanaman serealia ini mampu tumbuh dan berproduksi baik di lahan kering (ketersediaan air terbatas), curah hujan sekitar 400 mm/th dengan temperatur relatif tinggi (tropis) (Aqil dan Bunyamin, 2004), pada elevasi 1 – 500 m dpl. Jika ditanam di atas ketinggian 500 m dpl, umur tanam sorgum makin panjang (Deptan, 2011). Jenis sorgum yang batangnya mengandung gula tinggi disebut sorgum manis (*sweet sorghum*) (Subagio dan Aqil, 2013).

Selain sebagai bahan pangan, pengembangan sorgum di Indonesia juga diarahkan untuk sumber/suplemen pakan ternak dan industri bioetanol melalui fermentasi *bagasse*, *juice* dan biji (Almodares dan Hadi, 2009). Selain itu, biomas sorgum manis juga dapat digunakan sebagai bahan baku fiber, kertas, sirup dan makanan ternak. Karena terjadinya krisis energi sebagai akibat berkurangnya cadangan bahan bakar minyak, maka peluang pemanfaatan bioenergi semakin besar. Peningkatan perhatian terhadap sorgum manis bukan hanya terjadi di negara maju tetapi juga negara berkembang termasuk Indonesia. Sorgum manis dicirikan oleh kandungan gula yang tinggi, khususnya fraksi fruktosa, sukrosa dan glukosa yang dapat diolah menjadi etanol (Subagio dan Aqil, 2013).

Sejumlah galur unggul dari introduksi maupun lokal Indonesia disilangkan untuk menghasilkan varietas unggul sorgum khusus untuk produksi etanol. Eksplorasi potensi etanol sorgum manis diperoleh dari nira batang sorgum, *bagasse* dan biji. Nira adalah cairan yang diperoleh dari hasil perasan batang sorgum manis, sedangkan *bagasse* adalah ampas hasil perasan batang sorgum dalam bentuk selulosa yaitu polisakarida yang dihidrolisis menjadi monosakarida seperti glukosa, sukrosa dan bentuk gulannya yang kemudian dikonversi menjadi etanol; sedangkan sumber etanol dari biji adalah pati yaitu karbohidrat (Almodares dan Hadi, 2009).

Salah satu jenis sorghum yang sangat potensial untuk dikembangkan di lahan - kering dan kritis di Indonesia adalah *Sorghum bicolor* (L) Moench yang dikenal dengan rumput hermada. Maheldaswara (2003) menyatakan bahwa jenis sorghum ini tidak hanya dimanfaatkan untuk menghasilkan biji tetapi juga sebagai makanan ternak, bahan baku kerajinan dan kertas. Disamping itu, dalam budidaya rumput hermada tidak memerlukan pupuk kimia maupun pestisida kimia.

Biji sorghum merupakan sumber karbohidrat untuk ternak setara dengan biji jagung ditinjau dari komposisi kimianya. Namun, biji sorghum kekurangan vitamin A yang apabila diberikan pada ternak unggas maka suplementasi vitamin A mutlak diperlukan. Sebaliknya, apabila diberikan kepada ternak sapi dan sejenisnya, tambahan vitamin A tidak begitu penting karena pakan utama sapi terdiri atas berbagai jenis hijauan yang cukup mengandung beta karotin.

Kandungan protein kasar biji sorghum sekitar 11 % (Rukmana dan Oesman, 2003), maka apabila diberikan kepada sapi perlu adanya tambahan protein yang mudah dicerna di dalam rumen. Salah satu sumber protein yang dapat ditambahkan dengan harga relatif murah dan mudah diperoleh adalah protein yang berasal dari berbagai macam leguminosa, seperti contoh limbah kacang tanah, kacang hijau, *Crotalaria* serta yang lainnya. Tanaman sorghum yang bijinya dimanfaatkan sebagai pakan sapi biasanya dipotong setelah bijinya masak.

Selain biji sorghum, hijauan sorghum baik dari tanaman yang masih muda maupun dari sisa hasil panen dapat juga dijadikan pakan sapi setelah mengalami perlakuan secukupnya. Pra-perlakuan tersebut antara lain pelayuan, pembuatan *hay* atau silase dan penerapan tatalaksana pemotongan yang benar yang ditujukan untuk mengurangi kandungan asam sianida serta untuk meningkatkan nilai gizinya, terutama yang diperoleh dari hasil sisa panen. Asam sianida sifatnya sangat beracun dan dapat membahayakan ternak apabila termakan dalam jumlah cukup banyak.

Sorghum untuk pakan ternak dapat dipotong pada umur 25-30 hari setelah tanam. Hasil hijauan dapat mencapai 11 ton bahan kering per ha per tahun atau setara dengan 30-45 ton hijauan segar per ha per tahun (Reksohadiprodjo, 1981), apabila dilakukan pemupukan N sebanyak 200-250 kgN/ha. Namun, nilai gizi dari hijauan sorghum sebagai pakan ternak belum banyak dilaporkan para

peneliti. Meskipun demikian, beberapa peneliti ada yang mengatakan bahwa daun tanaman hermda memiliki kandungan gizi yang lebih baik dibandingkan dengan kandungan gizi hijauan yang biasa digunakan sebagai pakan sapi seperti daun jagung, rumput gajah, rumput raja dll. (Mahetdaswara, 2003).

2.2. Karakteristik Lahan Kering di KLU

Tanah di lahan kering Lombok Utara bagian utara berbahan induk batu apung (*pumice stone*). Menurut *soil taxonomy USDA*, tanah di kawasan ini diklasifikasikan ke dalam order *Entiso/*. Penggunaan lahan sebagian besar untuk pertanian dan peternakan. Total luas lahan kering di Lombok Utara 79.000 ha, dan yang potensial untuk tanaman pangan/pakan ternak seluas 37.000 ha. Klasifikasi iklim di kawasan ini menurut Schmid Ferguson tergolong tipe D dengan rata-rata curah hujan tahunan 1 250 mm. Jumlah bulan basah hanya 3-4 bulan; hujan mulai dari akhir November atau awal Desember dan berakhir pada Februari atau awal pertengahan Maret. Sebagian besar lahan tergolong lahan kering yang mengandalkan air hujan sebagai air irigasi. Hanya sebagian kecil lahan, terutama pada dataran rendah yang dekat dengan pantai memiliki sumber air untuk pengairan yang berasal dari sumur bor. Penggunaan sumur bor di kawasan ini belum efisien karena biaya pembelian bahan bakar pompa air yang relatif mahal, yang tidak sebanding dengan hasil tanaman yang diperoleh petani, karena kesuburan fisik, kimia dan biologi tanah pada kawasan ini tergolong bermasalah.

2.3. Masalah Tanah Pasiran dan Alternatif Solusinya

Hasil observasi lapang oleh tim peneliti Unram menunjukkan bahwa selain ketersediaan air yang terbatas, permasalahan tanah di lahan kering Lombok Utara bagian utara terutama adalah tekstur yang kasar (pasir) dan porus dan miskin hara (terbentuk dari batu apung). Oleh karena itu, alternatif solusi untuk mengatasi masalah kondisi tanah pasiran tersebut harus diarahkan untuk meningkatkan daya jerap tanah terhadap air dan unsur hara, serta memperkaya kandungan unsur hara makro maupun mikro tanah melalui pemupukan.

Bahan alami lokal (ramah lingkungan) yang dapat dimanfaatkan untuk mengatasi masalah kondisi tanah tersebut bahan organik (segar maupun kompos), bicharge, pupuk hayati. Bahan organik dapat meningkatkan kemampuan tanah menahan air karena

kemampuannya yang dapat menyerap dan menahan air sampai 20 kali dari beratnya sendiri (Stevenson, 1982). Pengaruh bahan organik terhadap lamanya air tertahan dapat secara langsung maupun tidak langsung (Baldock dan Nelson, 2000). Pengaruh langsung sangat tergantung pada struktur morfologi dari bahan organik, juga karena kemampuan bahan organik mengurangi evaporasi dan meningkatkan air yang masuk melalui permukaan tanah. Sementara pengaruh tidak langsung berasal dari kemampuan bahan organik memperbaiki agregat tanah, memperbaiki sebaran pori-pori tanah dan meningkatkan daya sangga air tersedia bagi tanaman (*plant available water holding capacity*, PAWHC) (Baldock dan Nelson, 2000). Wagner dkl: (1989) melaporkan bahwa PAWHC meningkat seiring dengan meningkatnya kandungan karbon organik (*C organic*) sebesar 0.01 kg kg^{-1} tanah.

Pengaruh bahan organik terhadap kemampuan tanah menahan air dapat jelas kelihatan pada tanah pasiran (Kusumo, 2003; Brady, 1999; Stevenson, 1982), dimana *pumice soil* memiliki karakteristik demikian. Walaupun bahan organik mengandung dua tipe koloid yang umum (hidrofobik - yang menolak air, dan hidrofilik - yang menarik air), kehadiran asam humat (koloid hidrofilik) pada bahan organik umumnya lebih banyak dibandingkan dengan koloid hidrofobik. Menurut Stevenson (1982) kandungan C pada asam humat pada bahan organik antara 50-60%, sementara lipids (koloid hidrofobik) misalnya *fats*, *wax* dan *resins* berkontribusi hanya 2-6% pada humus tanah. Selain itu kandungan penyusun lemak yang lain seperti asam lemak dan sterols biasanya dalam jumlah yang sangat sedikit.

Penambahan bahan organik dapat dilakukan dari luar (*off farm*) maupun dari dalam (*on farm*), dan kombinasi keduanya. Penambahan bahan organik dari luar dapat dilakukan dengan pengangkutan pupuk kandang, yang idealnya berada dekat dengan lahan. Dengan memelihara ternak, penambahan 80 dapat secara rutin dilakukan. Ternak dapat makanan dari lahan, sementara lahan dapat ditingkatkan kesuburannya dari kotoran ternak. Penambahan dari luar juga dapat dilakukan dengan mengolah pupuk hijau yang dibuat di luar lahan; sedangkan penambahan bahan organik dari dalam, dapat dilakukan dengan pembenahan secara langsung beranqkasan tanaman (sisa-sisa panen). Penambahan organik dari dalam dapat dilakukan dengan sengaja menanam tanaman legum yang dapat

menambat N₂ dari udara. Cara ini dapat menghemat biaya dan tenaga untuk pengangkutan, selain secara langsung dapat meningkatkan kualitas tanah terutama kandungan N. Kualitas bahan organik juga dapat ditingkatkan, misalnya dengan menginokulasi tanaman dengan bakteri penambat N₂ (*Rhizobium*), bakteri pelarut fosfat (*Pseudomonas sp*) dan Micorhiza. Kandungan N dan P pada pupuk organik diharapkan akan meningkat akibat perlakuan tersebut.

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1. Pertimbangan Teknis

Lokasi pengembangan sorgum adalah di lahan kering pasiran di Kabupaten Lombok Utara. Terkait dengan karakteristik spesifik lahan di KLU, beberapa faktor pembatas utama untuk memproduksi sorgum di lahan kering tersebut berkaitan dengan terbatasnya ketersediaan air dan unsur hara. Secara teoritis, untuk dapat memproduksi tanaman sorgum pada lahan kering seperti di Lombok Utara, maka mengatasi kedua faktor pembatas tersebut harus menjadi fokus kajian. Oleh karena itu, selain untuk mengetahui potensi normal lahan untuk usahatani sorgum, penelitian ini diarahkan pada upaya mengatasi kedua faktor tersebut, yaitu meningkatkan kuantitas dan keseimbangan unsur hara tersedia bagi tanaman dan efisiensi penggunaan air.

3.2. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilakukan di laboratorium lapang (*farm station*) lahan kering Fakultas Pertanian Universitas Mataram di Desa Akar-Akar, Kecamatan Bayan, Kabupaten Lombok Utara, dari bulan Maret sampai dengan Juli 2018. Sesuai dengan tujuan khusus kegiatan riset ini, yaitu untuk mengetahui produktivitas usahatani tanaman sorgum di lahan kering KLU dengan indikator produksi batang (biomass), biji sorgum, brix batang sorgum, umur sorgum dengan brix tertinggi, dan efisiensi penggunaan air, maka dilakukan 3 percobaan: (1) aplikasi pupuk organik dan silikat, (2), aplikasi pupuk nitrogen dan citosan, dan (3) aplikasi sistem irigasi dan amelioran tanah. Rancangan percobaan untuk masing-masing dijelaskan sbb:

- 1) Percobaan I: Rancangan acak kelompok dengan dua faktor (perlakuan), yaitu dosis pupuk silikat Agrosil Korea (0, 100, 200 kg/ha) dan bahan organik (0, 5, dan 10 ton/ha) yang ditata secara faktorial; diulang 3 kali (3 blok). Ukuran unit/petak perlakuan 6m x 6m, ditanam 2 – 3 biji/lubang tugal.
- 2) Percobaan II: Rancangan acak kelompok dengan perlakuan kombinasi pupuk nitrogen (0, 150, 200 kg urea/ha) dan citosan (tanpa citosan dan dengan citosan).
- 3) Percobaan III: Rancangan petak terpisah, sebagai petak utama adalah sistem pengairan (sistem irigasi lele/IL dan sistem irigasi tetes/IT), sedangkan sebagai anak petak adalah jenis bahan pembenah tanah yang terdiri atas 5 aras: (1) P1 - kontrol/tanpa bahan pembenah, (2) P2 - kompos 30 t/ha, (3) P3 - biochar 30 t/ha,

(4) P4 - biochar 30 t/ha + pupuk hayati 2 kg/ha), (5) P5 - pupuk kandang 30 t/ha + pupuk hayati 2 kg/ha, dan (6) P6 - pupuk hayati 2 kg/ha; dan diulang 3 kali (blok); ukuran unit/petak 2m x 3m. Jarak tanam 25 cm x 70 cm, ditanami 2 – 3 biji/lubang tugal.

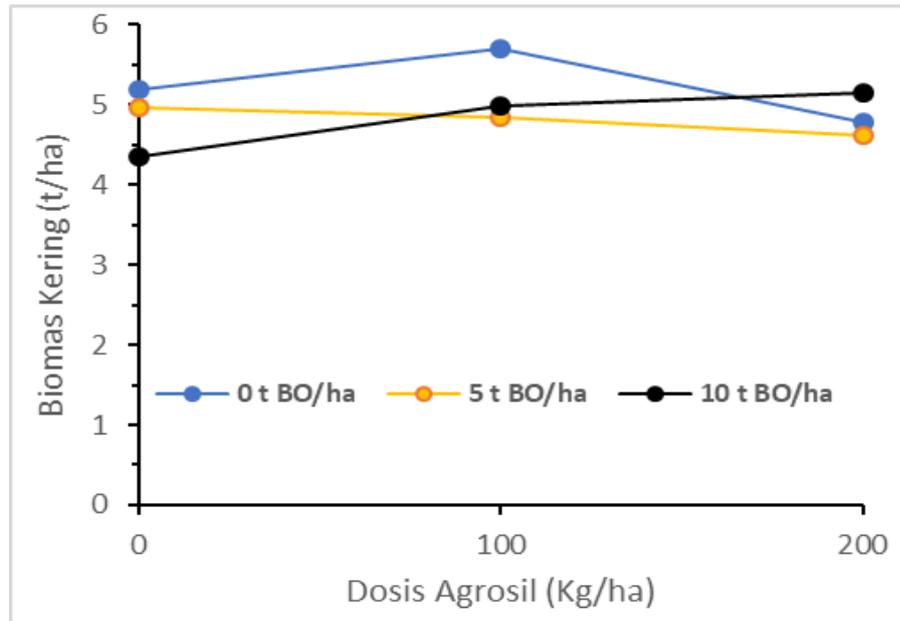
3.3. Parameter dan Analisis Data

Parameter utama yang dikaji meliputi pertumbuhan (brankasan basah dan kering), produksi biji, brix batang sorgum, efisiensi penggunaan air (*water use efficiency*/WUE). Data parameter yang dikaji dalam penelitian ini dianalisis menggunakan analisis keragaman (*Analysis of Variance*) pada taraf nyata 1 dan 5 %. Jika ada perlakuan berpengaruh nyata terhadap suatu parameter, maka dilakukan lanjut menggunakan BNJ atau regresi sesuai dengan sifat data.

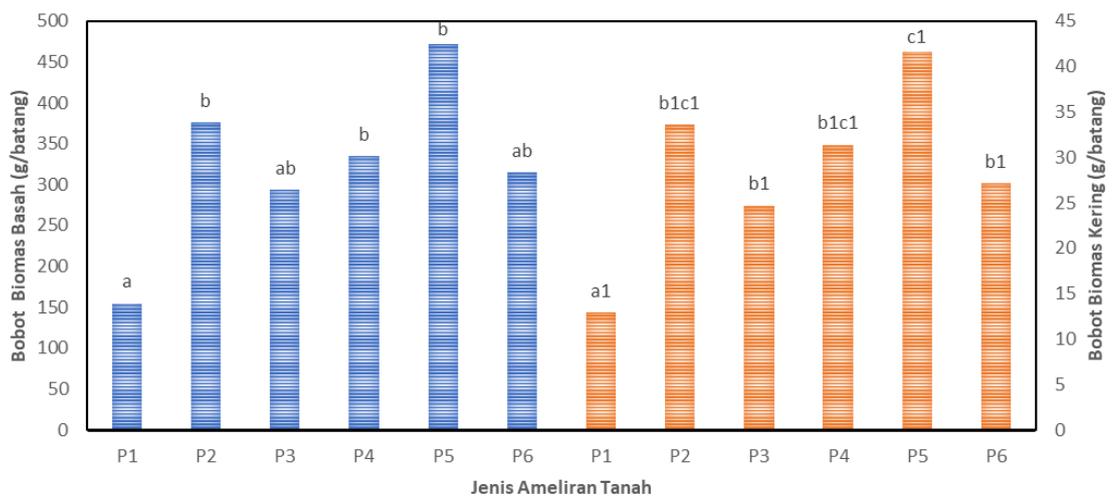
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pertumbuhan Sorgum

Parameter yang mewakili berbagai aspek pertumbuhan adalah bobot biomassa basah dan kering. Hubungan antara bobot biomassa basah dan kering dengan perlakuan disajikan pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Hubungan antara biomassa kering sorgum dengan dosis pemberian pupuk Agrosil dan bahan organik



Gambar 2. Hubungan antara rerata bobot biomassa basah dan kering dengan pemberian bahan amelioran tanah yang diaplikasikan dengan irigasi lele maupun pancar (*springkler*)

Gambar 1 (hasil dari penelitian I) menunjukkan bahwa pemberian bahan organik hingga 10 t/ha atau pupuk silikat (Agrosil) hingga 200 kg/ha tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman (bobot biomas) sorgum. Bobot biomas sorgum berkisar antara 4,5 – 5,5 t/ha. Dari hasil penelitian III (Gambar 2), sistim irigasi (leb dan pancar) tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan (bobot biomas) sorgum, tetapi pemberian beberapa kombinasi bahan amelioran (pembenah) tanah nyata meningkatkan pertumbuhan (biomas) tananam sorgum, dan bobot biomas tertinggi pada pemberian amelioran P5, yaitu pupuk kandang 30 t/ha + pupuk hayati 2 kg/ha.

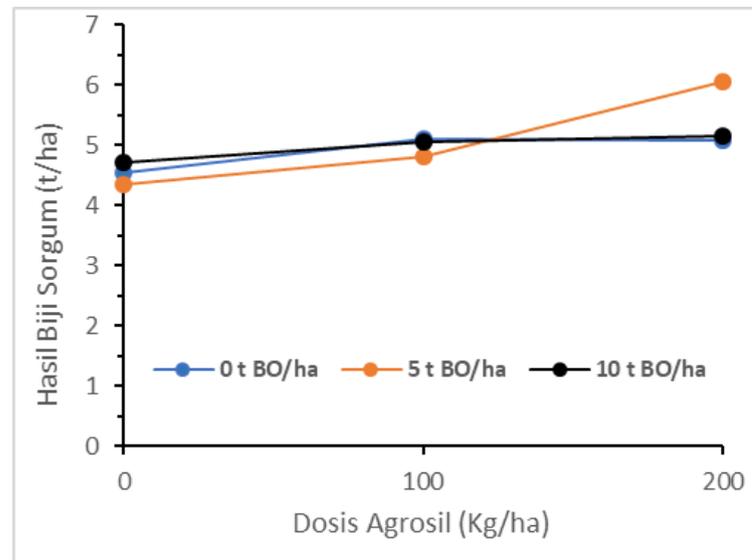
Jika bobot biomas pada pemberian P5 dibandingkan dengan pada pemberian P2 (bahan organik 30 kg/ha) dan P6 (pupuk hayati 2 kg/ha), kontribusi bahan organik 30 kg/ha terhadap peningkatan biomas sorgum lebih dominan daripada peningkatan biomas oleh pemberian pupuk hayati 2 kg/ha. Dengan cara yang sama, bobot biomas sorgum pada pemberian amelioran P3 (biochar 30 t/ha) vs P4 (biochar 30 t/ha + pupuk hayati 2 kg/ha) tampak bahwa pengaruh pemberian biochar 30 t/ha relatif rendah dibandingkan dengan pemberian bahan organik 30 t/ha.

Seperti telah dijelaskan di depan bahwa faktor pembatas utama usahatani atau pertumbuhan tanaman di lahan kering adalah ketersediaan air yang terbatas. Terlebih lagi dengan kondisi lahan (di KLU) dengan tanah pasiran, porus, terbentuk dari batu apung, daya simpan/jerap tanah terhadap air sangat rendah, membutuhkan pasokan bahan organik yang banyak (> 10 t/ha) sehingga tanah itu dapat berfungsi optimal sebagai media tumbuh tanaman sorgum. Hal tersebut berkaitan dengan daya jerap air dari bahan organik (kompos) yang sangat tinggi, bahkan lebih tinggi daripada jerapan air oleh biochar.

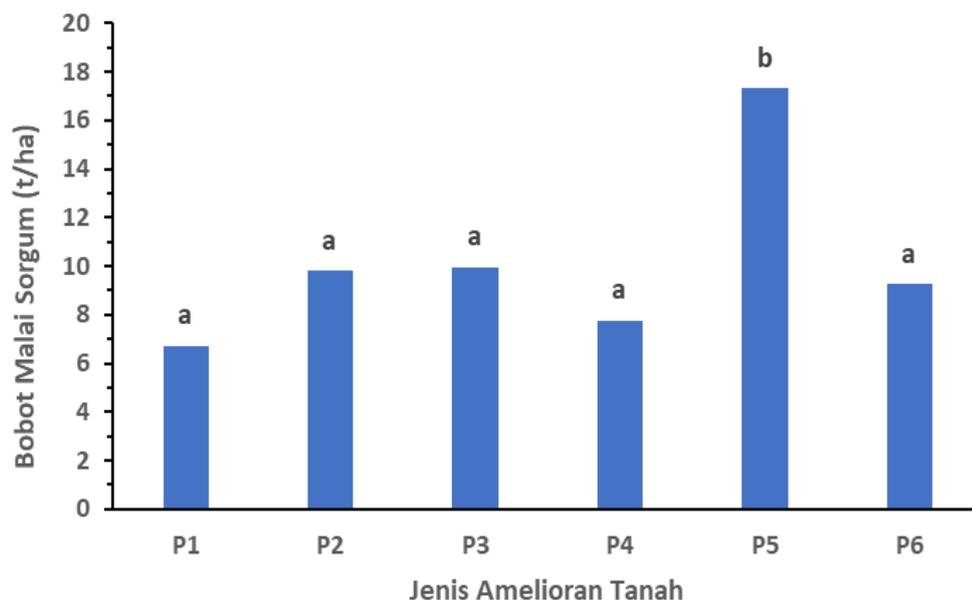
4.2. Produksi Biji Sorgum

Hubungan antara bobot hasil biji sorgum dengan perlakuan disajikan pada Gambar 3 (untuk hasil penelitian I) dan Gambar 4 (untuk hasil penelitian III). Seperti halnya pada parameter pertumbuhan (biomas), pemberian pupuk Agrosil hingga 200 kg/ha dan bahan organik (kompos) hingga 10 t/ha tidak mempengaruhi produksi sorgum (Gambar 3). Tetapi, pemberian bahan organik 30 t/ha + pupuk hayati 2 kg/ha (Gambar 4, perlakuan P5) meningkatkan hasil biji sorgum sekitar 300 % dibanding kontrol. Hal tersebut sekali lagi menjelaskan peran penting dari bahan organik (kompos) dalam meningkatkan daya tanah menyimpan air dari irigasi yang dapat dimanfaatkan oleh

tanaman sorgum. Peningkatan daya jerap/simpan air tanah akibat pemberian kompos (30 t/ha) tersebut lebih tinggi daripada peningkatan daya simpan air tanah akibat dari pemberian biochar (30 t/ha) maupun pupuk hayati (2 kg/ha).



Gambar 3. Hubungan antara rerata hasil biji sorgum dengan dosis pemberian pupuk Agrosil dan bahan organik



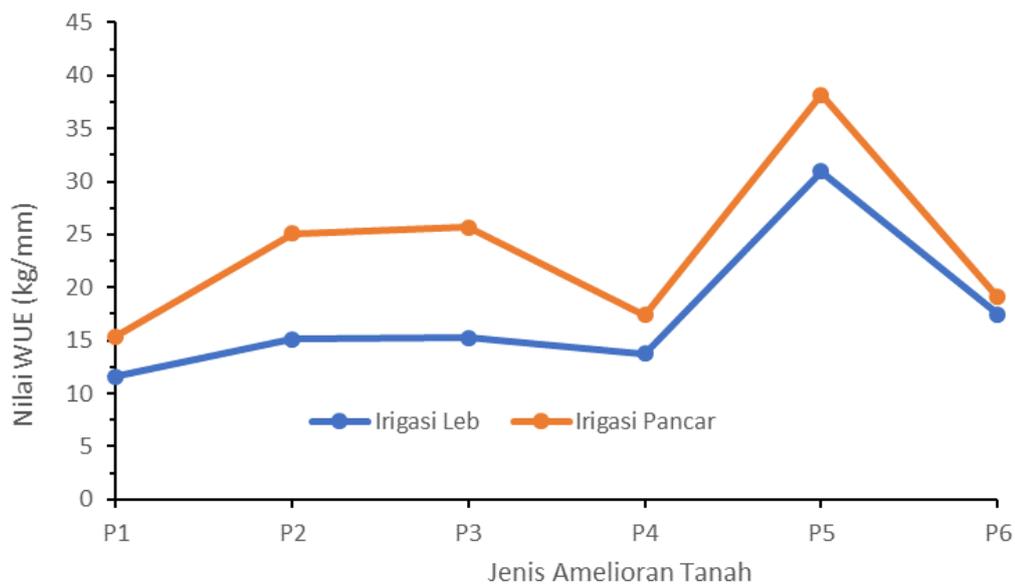
Gambar 4. Hubungan antara rerata bobot malai sorgum dengan jenis amelioran tanah yang diaplikasikan dengan sistim irigasi lele maupun pancar (*springkler*).

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, antara lain oleh Priyono dan Gilkes (2008), pemberian pupuk batuan silikat dalam bentuk *nano particle (powder)* dengan

dosis > 1 t/ha signifikan meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman yang termasuk dalam kelompok *graminee* (termasuk sorgum). Namun dari penelitian I, pemberian pupuk silikat berbentuk *powder* dengan kadar total Si sekitar 25 % (Agrosil) hingga 200 kg/ha tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan maupun hasil sorgum. Hal itu kemungkinan besar disebabkan oleh dosis pupuk Agrosil yang terlalu rendah, mungkin harus > 1 ton Agrosil/ha. Tentu saja hal itu tidak ekonomis dan sulit diterapkan di tingkat lapang (oleh petani). Oleh karena itu ke depan perlu dipertimbangkan untuk menggunakan pupuk Si dalam bentuk/jenis lain yang mudah tersedia bagi tanaman.

4.3. Efisiensi Penggunaan Air (*Water Use Efficiency*)

Hubungan antara WUE dengan perlakuan sistim irigasi dan aplikasi bahan amelioran tanah disajikan pada Gambar 5. Efisiensi penggunaan air (WUE) pada tanaman sorgum yang



Gambar 5. Hubungan antara rerata *water use efficiency* (WUE) dengan jenis amelioran tanah yang diaplikasikan dengan sistim irigasi leb maupun irigasi pancar (*springkler*).

diberi air (irigasi) dengan sistim pancar (*springkler*) lebih tinggi daripada dengan sistim irigasi leb (*flooded*); dan aplikasi bahan amelioran tanah juga signifikan meningkatkan WUE, dan nilai tertinggi dicapai pada aplikasi P5 (30 t/ha kompos + 2 kg/ha pupuk hayati), yaitu 30 – 40 kg/mm. Jika dibandingkan nilai WUE pada P5 vs P4, P5 vs P6, pengaruh kompos dalam meningkatkan nilai WUE jauh lebih tinggi dibanding dengan biochar maupun pupuk hayati.

4.5. Kadar Nira dan Brix Batang Sorgum

Ringkasan data dari hasil percobaan untuk mengevaluasi kadar dan jumlah nira serta kadar dan jumlah gula brix batang sorgum disajikan pada Tabel 1, 2, dan 3. Rerata kadar gula brix batang tanaman sorgum yang diukur pada umur yang berbeda disajikan pada Tabel 1; sedangkan untuk kadar dan jumlah nira dari batang sorgum per hektar disajikan pada Tabel 2 dan 3.

Berdasarkan data pada Tabel 1, kadar gula brix batang tanaman sorgum pada umur 77 hingga 101 hst makin meningkat, sedangkan pada umur lebih dari 101 hst cenderung menurun. Aspek/pertanyaan terpenting pada bagian ini adalah kapan batang sorgum harus dipanen sehingga dihasilkan kadar gula brix tertinggi. Untuk menjawab pertanyaan itu, hubungan antara umur tanaman dengan rerata kadar gula brix batang tanaman (data pada Tabel 1) diekspresikan dalam bentuk fungsi kwadratik $Y = -59,055 + 1,436 X - 0,00689 X^2$ ($Y =$ kadar gula brix dalam %; $X =$ umur tanaman hst). Hasil estimasi berdasarkan fungsi tersebut adalah umur tanaman sorgum dimana kadar gula brix-nya maksimum adalah sekitar 104 hst dengan kadar gula brix sekitar 16 %. Pada umur sekitar 104 hst, tanaman sorgum belum mencapai fase generatif maksimum, atau hasil biji sorgum belum layak dipanen. Implikasi praktisnya, jika penanaman sorgum dimaksudkan untuk pemanfaat batangnya sebagai bahan baku bioetanol, maka fungsi tanaman sorgum sebagai penghasil bahan pangan (biji) harus diabaikan.

Pada Tabel 2 dapat dilihat kadar dan jumlah nira batang sorgum per hektar pada perlakuan yang sama sangat beragam, sehingga sulit diinterpretasikan mengenai pengaruh dari perlakuan (pemberian pupuk organik atau pupuk silikat) terhadap parameter kadar dan jumlah nira dan gula brix dari batang sorgum.

Dari data pada Tabel 3 dapat dijelaskan bahwa kuantitas (bobot) batang sorgum serta kadar nira batang sorgum pada perlakuan pemberian pupuk N (urea 300 kg/ha) hasil biji sorgum belum layak dipanen. Implikasi praktisnya, jika penanaman sorgum dimaksudkan untuk pemanfaat batangnya sebagai bahan baku bioetanol, maka fungsi tanaman sorgum sebagai penghasil bahan pangan (biji) harus diabaikan.

Pada Tabel 2 dapat dilihat kadar dan jumlah nira batang sorgum per hektar pada perlakuan yang sama sangat beragam, sehingga sulit diinterpretasikan mengenai pengaruh dari perlakuan (pemberian pupuk organik atau pupuk silikat) terhadap parameter kadar dan jumlah nira dan gula brix dari batang sorgum.

Tabel 1. Rerata kadar gula brix (%) batang sorgum (percobaan I)

| Dosis Agrosil (kg/ha) | Dosis BO (t/ha) | Umur Tanaman (hst) | | | | |
|----------------------------|--------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|
| | | 77 | 91 | 101 | 107 | 128 |
| 0 | 0 | 7,85 | 11,36 | 16,78 | 8,94 | 7,54 |
| | 5 | 8,25 | 13,33 | 16,95 | 15,64 | 12,55 |
| | 10 | 13,46 | 14,59 | 16,78 | 14,73 | 12,30 |
| | Jumlah Si = 0 | 29,56 | 39,27 | 50,50 | 39,31 | 32,40 |
| | Rerata Si = 0 | 9,55 | 13,02 | 16,83 | 12,72 | 10,52 |
| 100 | 0 | 10,91 | 15,18 | 17,46 | 14,30 | 11,47 |
| | 5 | 11,36 | 14,30 | 16,61 | 16,78 | 12,68 |
| | 10 | 10,91 | 14,59 | 16,78 | 14,30 | 11,94 |
| | Jumlah Si = 100 | 33,19 | 44,06 | 50,85 | 45,37 | 36,09 |
| | Rerata Si = 100 | 11,06 | 14,68 | 16,95 | 15,08 | 12,02 |
| 200 | 0 | 8,17 | 16,12 | 17,12 | 16,44 | 12,68 |
| | 5 | 11,25 | 14,30 | 16,44 | 15,80 | 13,60 |
| | 10 | 12,94 | 16,78 | 16,28 | 14,59 | 13,20 |
| | Jumlah Si = 200 | 32,35 | 47,19 | 49,84 | 46,83 | 39,48 |
| | Rerata Si = 200 | 10,59 | 15,69 | 16,61 | 15,59 | 13,15 |
| Jumlah setiap panen | | 95,09 | 130,53 | 151,19 | 131,51 | 107,97 |
| Rerata setiap panen | | 10,57 | 14,50 | 16,80 | 14,61 | 12,00 |

Tabel 2. Kadar dan jumlah nira serta gula brix (data dari percobaan I)

| Dosis Agrosil (kg/ha) | Dosis BO (t/ha) | Batang | Nira | | Gula Brix | |
|--------------------------|--------------------|--------|-------|-------|-----------|-------|
| | | kg/ha | % | kg/ha | % | kg/ha |
| 0 | 0 | | | | | |
| | 5 | 40.500 | 12,0 | 4.860 | 15,0 | 729 |
| | 10 | 16.000 | 5,5 | 880 | 13,5 | 119 |
| | Rerata Si 0 | 28.250 | 8,8 | 2.870 | 14,3 | 424 |
| 100 | 0 | 16.000 | 16,5 | 2.640 | 13,5 | 356 |
| | 5 | 26.000 | 9,0 | 2.340 | 13,0 | 304 |
| | 10 | 27.000 | 8,5 | 2.295 | 14,0 | 321 |
| | Rerata Si 100 | 23.000 | 11,33 | 2.425 | 13,5 | 327 |
| 200 | 0 | 23.000 | 6,5 | 1.495 | 14,0 | 209 |
| | 5 | 23.500 | 8,0 | 1.880 | 12,0 | 226 |
| | 10 | 21.500 | 7,0 | 1.505 | 13,0 | 196 |
| | Rerata Si-200 | 22.667 | 7,2 | 1.627 | 13,0 | 210 |

Dari data pada Tabel 3 dapat dijelaskan bahwa kuantitas (bobot) batang sorgum serta kadar nira batang sorgum pada perlakuan pemberian pupuk N (urea 300 kg/ha) jauh lebih tinggi dibanding tanpa pemberian pupuk N; tetapi pemberian citosan justru cenderung menurunkan kadar dan jumlah nira. Karar gula brix relatif tidak terpengaruh oleh perlakuan pemberian pupuk N maupun citosan.

Tabel 3. Rerata kadar dan jumlah nira serta gula brix (dari percobaan II)

| Perlakuan | Batang kg/ha | Nira | | Gula Brix | |
|-----------|-----------------|------|-------|-----------|-------|
| | | % | kg/ha | % | kg/ha |
| N0 F1 | 3.200 | 1,0 | 1.000 | 15 | 150 |
| N1 F1 | 4.500 | 1,5 | 1.500 | 14 | 210 |
| N1 F0 | 17.000 | 5,0 | 5.000 | 14 | 700 |
| N2 F0 | 13.500 | 4,5 | 4.500 | 15 | 675 |
| N2 F1 | 7.500 | 2,5 | 2.500 | 13 | 325 |

4.6. Bahasan Umum

Dari rangkaian percobaan budidaya sorgum di lahan kering pasiran di KLU yang mempunyai karakteristik iklim setempat (mikro) dan tanah yang unik, dapat diambil beberapa informasi dan aspek pembelajaran (*lesson learn*) penting sebagai berikut:

- 1) Kadar gula brix batang sorgum yang ditanam di lahan kering KLU konsisten berkisar antara 14 – 17 %. Angka itu layak digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam perencanaan industrialisasi bioethanol dengan bahan baku batang sorgum.
- 2) Meskipun tanaman sorgum dapat tumbuh dan berkembang pada kondisi lahan yang relatif kering dan cuaca panas, tingkat pertumbuhan (biomas) dan hasil (biji) sangat dipengaruhi oleh kelembaban tanah atau kuantitas air tersedia di daerah rizosfir. Penggunaan bahan amelioran, terutama bahan organik (kompos) sangat penting dalam budidaya sorgum di lahan kering pasiran seperti di KLU. Pemberian bahan organik itu selain dapat meningkatkan daya tanah menyimpan dan menyediakan air bagi tanaman juga dapat memasok berbagai jenis unsur hara esensial bagi tanaman.
- 3) Mengacu pada berbagai hasil penelitian sebelumnya, pemberian pupuk berbasis silikat pada tanaman sorgum (*gramineae*) sangat diperlukan, dapat meningkatkan produktivitas dan profitabilitas usahatani sorgum. Aspek terpenting yang harus diperhatikan dalam penggunaan pupuk silikat adalah ketersediaan Si bagi tanaman dari pupuk tersebut harus cukup tinggi. Praktisnya, bukan total kandungan Si, tetapi kandungan Si yang tersedia (siap diserap tanaman) dari jenis pupuk tersebut yang harus diperhatikan sebagai indikator kualitas pupuk silikat yang akan digunakan untuk memaksimalkan produktivitas dan profitabilitas usahatani sorgum.
- 4) Kadar nira maupun brix batang sorgum yang maksimal terjadi pada fase pertumbuhan maksimal. Implikasinya, pengembangan sorgum untuk tujuan

penyediaan bahan baku bioethanol harus mengabaikan hasil (biji) sorgum. Sementara itu, mengacu pada tujuan pembangunan nasional bidang pertanian (meningkatkan kesejahteraan masyarakat), pengembangan usahatani sorgum harus berbasis komunitas (harus bermitra dengan petani) yang lebih tertarik pada hasil sebagai bahan pangan. Oleh karena itu, orientasi penanaman sorgum sebaiknya difokuskan pada memaksimalkan multifungsi hasil tanaman tersebut, yaitu sebagai penghasil bahan pangan, pakan ternak, dan bahan baku bioethanol.

BAB V. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

5.1. Kesimpulan

Disimpulkan bahwa berdasarkan karakteristik tanaman sorgum dan hasil penelitian awal ini, tanaman sorgum sangat potensial dikembangkan pada lahan kering di wilayah Kabupaten Lombok Utara khususnya dan NTB pada umumnya. Kadar gula brix batang sorgum dapat mencapai 14 – 17 %, gula brix maksimum pada umur sekitar 104 hari setelah tanam (hst); dan kemungkinan besar kadar brix tersebut masih dapat ditingkatkan melalui penerapan manajemen sifat fisik tanah (peningkatan daya jerap tanah terhadap air), unsur hara, dan pemberian air/irigasi yang tepat.

Dari segi teknis usahatani, manajemen air untuk tanaman sorgum sangat kritikal, terutama jika diusahakan pada lahan kering dengan tekstur tanah yang kasar (pasiran). Selain sistem irigasi yang efisien, upaya peningkatan daya jerap tanah terhadap air dapat dilakukan melalui penggunaan bahan amelioran tanah yang alami, murah, dan tersedia melimpah secara lokal (terutama bahan organik/kompos).

5.2. Rekomendasi

Berdasarkan hasil penelitian awal ini, masih banyak masalah teknis dan sosial yang perlu dikaji lebih lanjut sehingga nantinya diperoleh paket teknologi usahatani sorgum di lahan kering yang efektif dan efisien, dan *aplicable on farm*, sebagai berikut:

- 4) Kajian potensi hasil dari tanaman ratun sorgum, yaitu pemeliharaan tanaman sorgum yang tumbuh dari sisa batang bawah yang ditinggalkan setelah panen pertama dan seterusnya.
- 5) Uji aplikasi pupuk berbasis silikat berbentuk cair, baik melalui tanah maupun daun (disemprotkan). Meskipun hasil uji aplikasi pupuk silikat (Agrosil) tidak menunjukkan hasil yang positif, hal tersebut lebih disebabkan oleh tingkat ketersediaan Si dari Agrosil yang relatif rendah sehingga memerlukan dosis yang sangat tinggi (ton/ha); dan sorgum merupakan salah satu jenis tanaman akumulator Si.
- 6) Kajian aspek ekonomis dari usahatani sorgum untuk bahan bioethanol (dipanen batangnya pada fase vegetatif maksimum) vs sebagai bahan bioethanol + bahan pangan, dan pakan ternak (dipanen pada fase generatif maksimal).

DAFTAR PUSTAKA

- Adiansyah. 2017. Respon Pertumbuhan dan Bobot Malai Kering Panen Tanaman Sorgum (*Sorghum bicolor* (L) Moench) Akibat Pemberian Bahan Pembenh Tanah dan Penerapan Sistem Irigasi di Lahan Kering Lombok Utara. Tesis Program Magister Pengolahan Sumber Daya Lahan Kering. Universitas Mataram.
- Almodares, A. and M.R. Hadi, 2009. Production of Bioethanol from Sweet Sorghum pada workshop “ Peluang dan Tantangan Sorgum Manis sebagai Bahan Baku Bioethanol. Digilib.unila.ac.id./1260619/DAFTAR%20PUSTAKA.pdf. diunduh 12 April 2016.
- Aqil, M. dan Bunyamin, 2004. Pengelolaan Air Tanaman Sorgum. Balitsereal. litbang.pertanian.go.id/ind/.../pdf/.../.
- Deptan, 2011. Pengembangan Produksi Sorgum. Kalsel. litbang.pertanian.go.id/ind/images/pdf/.../20%herman.pdf.
- FAO, 2005. The State Of Food And Agriculture 2005. www.fao.org/docrep/.../. Diunduh 10 Oktober 2015.
- Galuh. 2012. Pertumbuhan dan Hasil Sorgum Manis (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Tanam Baru dan Ratoon Pada Jarak Tanam Berbeda. Fakultas Pertanian Universitas Gajah Mada: Yogyakarta.
- Nurmala, T., A. Yuniarti, N. Syahfitri. 2016. *Pengaruh Berbagai Dosis Pupuk Silika Organik dan Tingkat Kekerasan Biji terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Hanjeli Pulut (Coix lacryma jobiL) Genotip 37*. Jurnal Kultivasi 15 (2): 133-142.
- Priyono, J. and R. J. Gilkes. 2008. Application of silicate rock fertilizers improves plant growth: a glasshouse assessment. *Comm. Soil and Plant Anal.* **39**: 358 – 369.
- Ratnavathi, C.V., K. Suresh, B.S. Vijay Kumar, M. Pallavi, V.V. Komala, and N. Seetharama. 2010. Study On Genotypic Variation For Ethanol Production From Sweet Sorghum Juice. *Biomass and Bioenergy* 34: 947-952.
- Subagio, H. Dan Muh. Aqil, 2013. PengembanganProduksiSorgum di Indonesia. Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian, 2013. Balai Penelitian Tanaman Serealia. <http://kalsel.litbang.pertanian.go.id/ind/images/pdf/prosiding/20%20herman.pdf>. Diunduh 25 Desember 2016.
- Sutrisna, N. 2012. Sorgum dalam Penganekaragaman Penyediaan Pangan. Di dalam Suarni. 2004. Pemanfaatan Tepung Sorgum untuk Produk Olahan. *Jurnal Litbang Pertanian*. 23(4):146.
- Suwardji, S. Tejowulan, A. Rakhman, dan B. Munir. 2003. Rencana Strategis Pengembangan Lahan Kering Provinsi NTB. Bappeda NTB. 157 halaman
- Toure, A., F.W. Rattunde, E. Weltzien. 2004. Guinea sorghum Hybrids: Bringing the Benefits of Hybrid Technology to A Staple Crop of Sub Saharan Africa. IER-ICRISAT.