

**UJI UNJUK KERJA ALAT IRIGASI SPRINKLER TIPE GUN RAIN DN-50  
DI DESA TONTALETE KECAMATAN KEMA  
KABUPATEN MINAHASA UTARA**

**Meike C. Kusaly<sup>1</sup> , Ruland A. Rantung<sup>2</sup> , Dedie Tooy<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Pertanian

<sup>2</sup>Dosen Program Studi Teknik Pertanian

*Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi*

*Jl. Kampus UNSRAT. Manado 95115*

**\*Email: [meikecyntiakusaly@gmail.com](mailto:meikecyntiakusaly@gmail.com)**

*Abstract*

*This study aims to test the performance of irrigation sprinkler type gun rain DN-50, and how to manage water efficiently and effectively through the use of pressurized irrigation technology on plantation land located in Tontaletete Village. This study uses tools such as sprinklers and water pumps on soybean plantations in Tontaletete Village with an area of 60m x 60m. The results of this study indicate of watering using irrigation sprinkler the type Gun Rain DN-50 at the Village Tontaletete for 19 minutes with 3 rounds of sprinkler produces 3.254 l and wet land 1808.64 m<sup>2</sup> uniformity coefficient values indicating that the level of use watering sprinkler less efficient, the low rotational value of the pump (rpm) that is not in accordance with the specifications, and the sprinkler transmission distance which only reaches 24 m.*

*Keywords: performance test, tools of irrigation, sprinkler, water supply, coefficient uniformity.*

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk menguji unjuk kerja irigasi *sprinkler* tipe *gun rain* DN-50, dan cara pengelolaan air yang efisien dan efektif melalui pemanfaatan teknologi irigasi bertekanan pada lahan perkebunan yang berada pada Desa Tontaletete. Penelitian ini menggunakan alat-alat seperti sprinkler dan pompa air yang ada di lahan perkebunan kedelai Desa Tontaletete dengan luas lahan 60m x 60m. Hasil penelitian ini menunjukkan penyiraman menggunakan irigasi *sprinkler* tipe *Gun Rain* DN-50 pada Desa Tontaletete selama 19 menit dengan 3 kali putaran *sprinkler* menghasilkan 3,254 l dan membasahi lahan 1808,64 m<sup>2</sup>, nilai koefisien keseragaman yang menunjukkan bahwa tingkat penyiraman menggunakan *sprinkler* kurang efisien, rendahnya nilai putaran pada pompa (rpm) yang tidak sesuai dengan spesifikasi, dan jarak pancar sprinkler yang hanya mencapai 24 m.

Kata kunci : uji unjuk kerja, alat irigasi, sprinkler, pemberian air, koefisien keseragaman.

## PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu sumber kehidupan dan memiliki peranan yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup. Dalam bidang pertanian air memiliki peranan penting bagi pertumbuhan dan peningkatan hasil produksi tanaman. Oleh karena itu ketersediaan sumber daya air pada tanaman harus diperhatikan dengan baik. Salah satunya yaitu dengan meningkatkan sistem jaringan irigasi. Guna mendukung program ketahanan pangan yang tengah gencar dilakukan oleh pemerintah beberapa tahun terakhir ini, tentu masalah ini harus dapat segera ditangani. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi ketersediaan air irigasi yang terbatas di lahan pertanian adalah menggunakan beberapa metode irigasi (Badan Pusat Statistika, 2014). Dengan penerapan sistem irigasi *sprinkler* dapat mengatasi permasalahan pada lahan pertanian yang memiliki topografi tidak rata yang biasanya hanya mengandalkan curah hujan saja (Sanchez *et al*, 2011).

Metode pemberian air dengan menggunakan alat irigasi sprinkler dianggap paling tepat untuk mendistribusikan air untuk tanaman kedelai. Pada sistem irigasi *sprinkler*, pengujian performa juga perlu dilakukan agar mengetahui kinerja dari alat irigasi *sprinkler* yang akan digunakan dan juga keseragaman pemberian air perlu diperhatikan untuk mengetahui efisiensi dari kinerja alat irigasi *sprinkler* sejauh mana distribusi air tersebut dapat diterima oleh tanah dengan sempurna.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji unjuk kerja irigasi *sprinkler* tipe *gun rain* DN-50, dan cara pengelolaan air yang efisien dan efektif.

### Irigasi *Sprinkler*

Sistem irigasi bertekanan atau irigasi *sprinkler* adalah salah satu metode pemberian air yang dilakukan dengan menyemprotkan air ke udara kemudian jatuh ke permukaan tanah seperti air hujan. Sistem irigasi *sprinkler* ini menggunakan energi tekanan untuk membentuk dan mendistribusikan air ke lahan. Tekanan merupakan salah satu faktor penting yang menentukan kinerja *sprinkler* (Keller and Bliensner, 1990).

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Tontalete Kecamatan Kema Kabupaten Minahasa Utara pada bulan Januari 2021 – Februari 2021. Secara geografis Desa Tontalete terletak pada koordinat 1°24'15' N dan 124°59'57' E.

### Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bahan bakar untuk pompa. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah satu unit irigasi *sprinkler*, kepala *sprinkler* tipe *Gun Rain* DN-50, Pompa *Sentrifugal Pro-Quip U.S.A* 8 hp, Pipa lateral, saringan, gelas ukur, meteran, *stopwatch*, selang air, *tachometer*, wadah, dan alat tulis menulis.

### Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *experimental* dan metode analisis deskriptif.

Penelitian ini memfokuskan pada uji unjuk kerja menggunakan satu alat irigasi *sprinkler* dengan tipe *Gun Rain DN-50*. Berdasarkan perhitungan pada pengamatan yang dilakukan, data yang diperoleh selanjutnya diolah dan data tersebut dihitung kemudian dianalisis.

### Prosedur Penelitian

1. Persiapan Lahan Penelitian  
Luas area atau lahan penelitian yang digunakan ialah 60 m x 60 m dan sumber air yang dipakai untuk penelitian ini adalah air sungai.
2. Pengukuran Kinerja Irigasi *Sprinkler*  
Prosedur pengukuran kinerja irigasi *sprinkler* adalah:
  - Mempersiapkan alat dan bahan tersebut, serta memasangnya dalam suatu rangkaian
  - Menentukan daerah yang selanjutnya diletakkan *sprinkler tipe Gun Rain DN-50*
  - Mengoperasikan sistem irigasi *sprinkler* dalam selang waktu tertentu dengan menyesuaikan kebutuhan tanaman kemudian diukur:
    - a. Debit pada *sprinkler*
    - b. Putaran Pada Pompa Air
    - c. Koefisien Keseragaman
    - d. Jarak Pancaran Air *Sprinkler*
    - e. Penggunaan Bahan Bakar Pada Pompa
  - Mengulang kembali pengukuran yang dilakukan sebanyak 3 kali

### Analisis Penelitian

1. Debit Air  
Untuk mengukur debit aliran air tersebut, dapat dihitung dengan

persamaan 1  
di bawah ini :

$$Q = \frac{V}{t}$$

Dimana:

v = volume air (liter)

t = waktu (detik)

2. Jarak Pancar atau spasi antara *sprinkler* bergantung kepada jarak dari air yang disemburkan oleh *sprinkler*.
3. Koefisien Keseragaman Distribusi Air (*Coefficient of Uniformity*)  
Keseragaman merupakan salah satu faktor petunjuk efisiensi irigasi terutama dalam distribusi penyebaran air. Keseragaman distribusi air biasanya dinyatakan dalam koefisien keseragaman (CU) (Michael, 1974 dalam Meehram *et al*, 2011). Besarnya nilai dari koefisien keseragaman distribusi air (CU) dapat dihitung dengan persamaan 2 dibawah ini :

$$Cu = 100 - \left[ 1 - \frac{\sum |X_i - X_r|}{X_r \cdot n} \right]$$

Dimana:

Cu = koefisien keseragaman (%)

Xi = pengukuran air dalam

pengamatan ke-I (I= 1,2,... n)(ml)

Xr = nilai rata-rata pengamatan (ml)

n = jumlah titik atau wadah

pengamatan

$\sum |X_i - X_r|$  = jumlah *deviasi*

*absolute* dari rata-rata pengukuran

Nilai CU =100% menunjukkan bahwa irigasi benar-benar seragam dan mustahil dicapai

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan pada lahan perkebunan di Desa Tontaete yang terdapat alat *sprinkler* dan pompa. Desain irigasi *sprinkler* yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa komponen seperti pompa, selang dan *sprinkler*.

**Tabel 1. Komponen-Komponen Irigasi *Sprinkler***

No	Nama	Jenis	Ukuran	Jumlah
1	Pompa	<i>Pro-Quip U.S.A</i>	1 Set	1 Buah
2	Selang	Selang Plastik PE Biru	2 Inchi	1 Buah
3	<i>Sprinkler</i>	<i>Gun Rain DN-50</i>	2 Inchi	1 Buah

Air dihisap dengan pompa *sentrifugal Pro-Quip U.S.A* yang ditempatkan di dekat bibir sungai. Jarak pompa dengan bibir sungai yaitu 10 meter dengan beda tinggi 1,10 m. Kemudian air disalurkan melalui selang plastik PE berukuran 2 inchi panjang selang dari pompa ke *sprinkler* sejauh 35 meter dengan beda tinggi pompa dan *sprinkler* adalah 1,45 m. Jumlah *sprinkler* yang digunakan adalah 1 buah jenis *Gun Rain DN-50* dengan tinggi 1,90 m. Dalam proses pengamatan di lapangan *sprinkler* yang digunakan merupakan sistem *sprinkler* berputar (*rotating head system*) dengan putaran 360° dengan sudut pancaran *sprinkler* 45°.

*Sprinkler* dapat berputar karena adanya sumber energi penggerak yaitu

dengan pemompaan pada sumber air kemudian perputaran *sprinkler* dimulai ketika pancaran meninggalkan mulut pipa dan menubruk *driving head* dari *hammer blade*. Pada proses pengaliran air menggunakan selang menuju *sprinkler* tidak didapati kebocoran pada selang sehingga air 100% sampai ke *sprinkler*. Pada lubang pengisap terdapat *filter* pompa dengan ukuran 3 inchi yang berfungsi sebagai penyaring air dari kotoran sehingga tidak terjadi penyumbatan dalam proses pengisapan air dan juga tidak menghambat proses pemberian air melalui *sprinkler*.

### Topografi

Desa Tontaete adalah salah satu desa di Kecamatan Kema Kabupaten Minahasa Utara yang memiliki luas wilayah Desa 2000 Ha. Keadaan topografi Desa Tontaete berdataran rendah dan dilalui oleh aliran sungai dengan kondisi iklim sejuk karena kelembaban udara sekitar 70% dan suhu rata-rata 25°-30°C. Berdasarkan luas wilayah dapat dilihat bahwa penggunaan lahan terbesar ditemui pada lahan perkebunan sebesar 675 Ha dan secara umum pada lahan pertanian dengan luas total 530 Ha.

### Pengukuran Debit Air *Sprinkler*

Debit *sprinkler* merupakan volume air per unit waktu yang keluar dari *nozzle* pada *sprinkler*. Hasil pengamatan pada data sistem irigasi *sprinkler* dalam penelitian ini, dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2. Komponen-Komponen Irigasi *Sprinkler***

Ulangan	Nozzle Besar	Nozzle Kecil
1	153 l	19.5 l
2	152 l	18.24 l
3	152 l	19.18 l

---

**Rata-  
Rata**                      171.30 l/menit

---

Proses pengambilan data debit air *sprinkler* dilakukan dengan cara menampung air yang keluar dari *nozzle* besar dan *nozzle* kecil menggunakan sebuah wadah besar dengan selang selama 1 menit (60 detik). Proses penampungan dilakukan dua kali karena pada *sprinkler* terdapat dua *nozzle*. Dari hasil penelitian yang di dapat rata-rata yang diperoleh yakni 171.30 l/menit, sehingga jika debit air dalam 1 jam adalah sebesar 10,278 l/Jam.

### **Pengukuran Putaran Pada Pompa Air**

Dalam pengamatan di lapangan tenaga penggerak yaitu pompa *sentrifugal* telah dipasangkan dengan selang yang selanjutnya mengalirkan air menuju *sprinkler* dengan panjang selang 35 m. Kemudian pompa dihidupkan dan proses penyiraman dilakukan. Pada saat penyiraman berjalan pengukuran rpm dilakukan dengan menggunakan alat *tachometer*. Tujuan dari pengukuran rpm ini adalah untuk mengukur putaran mesin pompa air yang digunakan di lapangan khususnya jumlah putaran yang dilakukan oleh sebuah poros dalam satuan waktu. Pengukuran dilakukan sebanyak 5 kali ulangan dengan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Putaran Pompa Air (Rpm)**

<b>Ulangan</b>	<b>Putaran (rpm)</b>
<b>1</b>	3419 rpm
<b>2</b>	3419 rpm
<b>3</b>	3415 rpm
<b>4</b>	3409 rpm
<b>5</b>	3418 rpm

### **Analisis Permasalahan Alat Sprinkler dan Pompa.**

Proses penelitian yang dilakukan pada Desa Tontaletete menggunakan alat-alat dan energi penggerak yang sudah berada pada lahan penelitian. Alat-alat yang digunakan pada saat penelitian yaitu *sprinkler* dan pompa tentu saja memiliki keterbatasan atau kekurangan pada kinerja dilihat dari usia pemakaian yang sudah 1 tahun tidak menutup kemungkinan adanya kekurangan pada alat *sprinkler* dan pompa yang digunakan di Desa Tontaletete.

Alat irigasi *sprinkler* dapat dioperasikan dengan menggunakan sumber energi yang berasal dari pemompaan pada sumber air. Energi penggerak atau pompa yang berada di lahan penelitian tepatnya di Desa Tontaletete ialah pompa *sentrifugal*.

Pada proses penelitian pompa yang digunakan mengalami beberapa kendala pada proses menyalakan pompa dibutuhkan 3-4 kali untuk pompa bisa dinyalakan dengan sempurna kemudian pada mesin pompa yang digunakan perlu adanya usaha dipancing agar pompa menyala dan melakukan pengisapan. Hal-hal tersebut dikarenakan terdapat kebocoran pada rangkaian pipa hisap sehingga mengakibatkan air yang seharusnya selalu penuh didalam jalur pipa hisap menjadi kosong dan tentu juga kurangnya perawatan dan pemeliharaan pada mesin pompa sehingga timbulnya permasalahan pada pompa yang berada di lahan penelitian Desa Tontaletete.

Data pompa berupa debit air yang berada di Desa Tontaletete dengan 3 ulangan

dengan hasil 172,5 liter, 170,24 liter, 171,18 liter kemudian di dapatkan rata-rata yaitu 171,30 liter/menit dengan demikian debit air yang dihasilkan per jamnya adalah 10.278 liter/jam. Proses pengisian yang dilakukan oleh pompa dipengaruhi oleh sumber air yang cukup untuk memenuhi proses di lahan penelitian.

Penggunaan alat *sprinkler* tipe *Gun Rain DN5-0* di lahan penelitian menghasilkan kinerja yang yang tidak sesuai dengan spesifikasi dari alat *sprinkler* tersebut dimana pada pegerasian *sprinkler* radius tembakkannya hanya mampu mencapai 24 meter sedangkan spesifikasinya adalah 25m-30m saja. Hal tersebut juga mempengaruhi dari keseragaman air yang diberikan oleh *sprinkler* dimana hasil yang didapati di lapangan menunjukkan ketidakseragaman pemberian air.

#### **Koefisien Keseragaman (CU)**

Pada sistem irigasi *sprinkler*, perhitungan koefisien keseragaman perlu diperhatikan untuk mengetahui efisiensi irigasi dan untuk melihat sejauh mana distribusi air dapat diterima tanah dengan sempurna. Besarnya air yang masuk kedalam tanah tergantung kepada

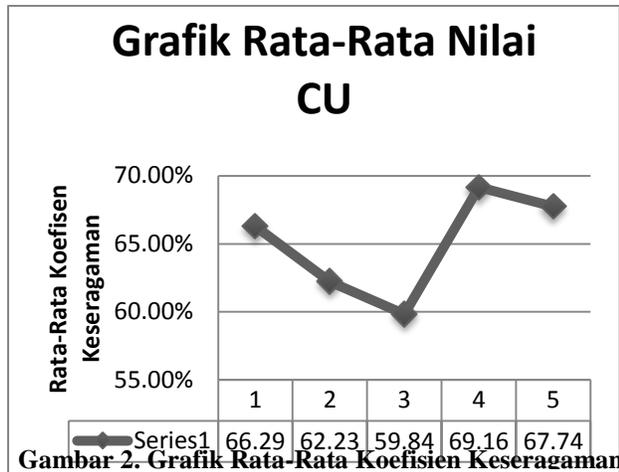
Perhitungan koefisien keseragaman distribusi air. Pada pengamatan koefisien keseragaman distribusi air di lapangan menggunakan 240 wadah yang tersebar di 8 titik diagonal, setiap titik terdiri dari 30 wadah yang diletakkan dengan jarak 1meter antar wadah dengan harapan semua wadah akan tersisi oleh air dari *sprinkler* dengan putaran *sprinkler* sebanyak 3 kali dalam waktu 19 menit.

Menurut spesifikasi alat *sprinkler* yang digunakan jarak pancaran air atau radius tembakan mencapai 25meter sampai 30meter sehingga disetiap titik A sampai titik H diletakan masing-masing 30 wadah yang diharapkan setiap wadah dapat terisi oleh air dari *sprinkler*, namun pada kenyataan di lapangan pola penyebaran keseragaman air melalui *sprinkler* hanya sampai pada jarak atau wadah ke 24. Hasil koefisien keseragaman dari 5 kali ulangan yang dilakukan dilapangan.

**Tabel 4. Rata-Rata Nilai Koefisien Keseragaman (CU)**

Ulangan	Nilai Koefisien Keseragaman (CU)
1	66,29%
2	62,23%
3	59,84%
4	69,16%
5	67,74%

Hasil perhitungan nilai koefisien keseragaman (CU) menggunakan persamaan 2 yang dimana setiap titik memiliki perbedaan pada hasil keseragaman. Menurut Khairiah (2014) butiran yang lebih kecil umumnya jatuh dekat *sprinkler* sedangkan yang lebih besar jatuh lebih jauh. Ukuran butir air yang besar dapat merugikan pada tanaman dan menyebabkan erosi percik yang akhirnya terjadi pemadatan tanah, sedangkan ukuran butir air yang terlalu kecil akan mudah terbawa oleh angin sehingga banyak air terbuang dan akibatnya efisien irigasi menjadi rendah.



Gambar 2. Grafik Rata-Rata Koefisien Keseragaman

Hasil pengamatan dilapangan menunjukkan nilai koefisien keseragaman tertinggi diperoleh pada percobaan 4 sebesar 69,16% dan yang terendah pada percobaan 3 dengan hasil sebesar 59,84%. Dengan hasil perhitungan nilai koefisien keseragaman (CU) 59,84%-69,16%. Keseragaman penyiraman yang kurang baik karena lebih rendah dari 85,00%. Menurut Ditjen Pengelolaan Lahan Dan Air Departemen Pertanian (2008) efisiensi *sprinkler* tergolong tinggi (keseragaman tergolong baik) apabila presentasinya lebih besar dari 85%. Dalam proses penelitian yang dilakukan pada Desa Tontalete faktor angin

tidak menjadi masalah dalam proses penyebaran air karena penelitian dilakukan pada pagi hari dengan memaksimalkan kondisi cuaca dalam kondisi normal.

### Pengukuran Jarak Pancaran Air Sprinkler

Jarak pancaran *sprinkler* diukur menggunakan roll meter dari penempatan *sprinkler* sampai pancaran terjauh. Berdasarkan data hasil pengamatan

didapatkan bahwa nilai jarak yang dihasilkan berbeda-beda.

Hasil data pengamatan dilapangan mengenai jarak pancaran air *sprinkler* menunjukkan jarak pancar yang tidak seragam dan tidak sama mulai dari ulangan 1 hingga ulangan 5. Berbeda dengan spesifikasi dari alat *sprinkler* yaitu radius pancaran air adalah 25 m – 30 m tetapi hasil yang didapat di lapangan menunjukkan radius pancaran hanya mencapai 24 m saja ini menunjukkan bahwa *sprinkler* yang digunakan belum dapat menghasilkan jarak pancaran air yang efisien. Hasil data yang diperoleh oleh dipengaruhi oleh rendahnya nilai rpm pada pompa dan proses pengisapan yang dimana air yang keluar dari mulut *sprinkler* tidak sampai atau tidak mampu untuk mencapai jarak yang sesuai.

### Penggunaan Bahan Bakar Pada Pompa

Bahan bakar merupakan salah satu komponen penting dalam menggerakkan suatu pompa. Untuk mengetahui penggunaan bahan bakar pompa di lapangan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kebutuhan Bahan Bakar Pompa

Debit Air	Konsumsi BBM (liter/ 19 menit)	Konsumsi BBM (liter/menit)	Konsumsi BBM (liter/jam)
171,30 l/menit	379,440 ml/menit	19,970 ml/menit	1,198 l/jam

Proses pengambilan kebutuhan bahan bakar pompa dilakukan dengan cara mengisi penuh pompa dengan bensin kemudian pompa dinyalakan dan proses penyiraman melalui *sprinkler* dilakukan dengan 3 kali

putaran *sprinkler* dengan selang waktu 19 menit. Jika sudah 3 kali putaran, pompa dimatikan kemudian buka kembali tangki pompa dan di isi bensin hingga penuh seperti awal dan saat mengisi pompa dengan bensin dilakukan pengukuran dengan menggunakan gelas ukur kemudian di dapatkan hasil bahan bakar pompa yang digunakan.

### Pemberian Air Irigasi *Sprinkler*

Pada proses pengamatan di lapangan pemberian air irigasi *sprinkler* menggunakan pompa *sentrifugal Pro-Quip U.S.A 8 Hp, sprinkler Gun Rain DN-50* dengan putaran *sprinkler* sebanyak 3 kali putaran yang menghasilkan waktu selama 19 menit, *sprinkler* dapat mengeluarkan air sebanyak 3,254 l /19 menit dan membasahi lahan seluas 1808,64 m<sup>2</sup> dan luas lahan yang tidak terairi seluas 1791,36 m<sup>2</sup> dengan rata-rata kecepatan putaran pompa 3146 rpm serta menghabiskan bahan bakar pompa sebanyak 379,440 ml/19 menit.

**Tabel 6. Pemberian Air Irigasi *Sprinkler***

Waktu	Bahan Bakar	Debit Air
1 Menit	19,970 ml/menit	171,30 l/menit
19 Menit	379,440 ml/19 menit	3,254 l/19 menit
1 Jam	1,198 l/jam	10.278 l/jam

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat di simpulkan bahwa:

1. Penyiraman menggunakan irigasi *sprinkler* tipe Gun Rain DN-50 pada lahan penelitian Desa Tontalete selama 19 menit menghasilkan 3,254 l dan membasahi lahan 1808,64 m<sup>2</sup>.
2. Nilai koefisien keseragaman (CU) pada penelitian ini menunjukkan ketidakseragaman. Hasil yang diperoleh di lapangan adalah 59,84%-69,16% hal ini menunjukkan bahwa tingkat penyiraman menggunakan *sprinkler* kurang efisien.
3. Jarak pancar *sprinkler* di lapangan mencapai 24 m.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistika. 2014. *Teknologi Irigasi Hemat Air*, 1993- 2015. <http://www.bps.go.id/> diakses pada 12 Oktober 2020.
- Departemen Pertanian. 2010. *Pedoman Teknis: Pengembangan Irigasi Bertekanan*. Direktorat Pengelolaan Lahan dan Air, Departemen Pertanian, Jakarta.
- Keller, J., and R.D. Bliesner. 1990. *Sprinkler and Trickle Irrigation*. New York: AVI Book.
- Khairiah, N. 2014. *Evaluasi Kinerja Penggunaan Air Irigasi Sprinkler di Kabupaten Enrekang*. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin. Makassar. [http://jurnalirigasi\\_pusair.pu.go.id/ind](http://jurnalirigasi_pusair.pu.go.id/ind)

[ex.php/jurnal\\_irigasi](http://ex.php/jurnal_irigasi) diakses tanggal 27 Oktober 2020.

Meehram, S., P. Satriyo., E. Mutia. 2011. *Pengaruh Jumlah Emitter Terhadap Debit Emitter dan Koefisien Keseragaman Irigasi Tetes Sistem Gravitasi*. Jurnal Ilmiah dan Penerapan Keteknikan Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala Darussalam. Banda Aceh.

Sanchez, I., N. Zapata., J.M. Faci., A. MartinezCob. 2011. *The spatial variability of the wind in a sprinkler irrigated district: implications for irrigation management*. Biosystems Engineering 109: 65-76.

