

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Microgreens* Bayam Merah

Microgreens bayam merah merupakan tanaman sayur yang banyak dibudidayakan karena dimanfaatkan sebagai bahan pangan segar bernilai gizi. *Microgreens* dari famili *Amaranthaceae*, termasuk bayam merah, kaya akan senyawa bioaktif seperti antosianin, flavonoid, dan asam askorbat (vitamin C) yang dapat berperan sebagai antioksidan alami (Gunjal *et al.*, 2024). Berikut ini merupakan klasifikasi dari tanaman bayam merah menurut (ITIS, 2026) :

Kingdom : Plantae

Divisi : Tracheophyta

Kelas : Magnoliopsida

Ordo : Caryophyllales

Famili : Amaranthaceae

Genus : *Amaranthus*

Spesies : *Amaranthus tricolor* L.

Pemanfaatan *microgreens* bayam merah semakin berkembang, terutama sebagai pangan fungsional dan bagian dari pola makan sehat, serta berpotensi digunakan dalam bidang nutrasetikal dan kosmetik. *Microgreens* yang kaya pigmen dan senyawa antioksidan seperti flavonoid, dan karotenoid menunjukkan aktivitas antioksidan tinggi pada uji laboratorium sehingga berpotensi mendukung perlindungan sel dari stres oksidatif dan bermanfaat bagi kesehatan (Tallei *et al.*,

2024). Salah satu varietas yang banyak digunakan pada budidaya *microgreens* bayam merah adalah varietas Mira. Bayam merah varietas Mira yang banyak diolah sebagai masakan di Indonesia, memiliki rerata bobot segar tanaman dan kandungan fenolik masing-masing sebesar 7,21 g dan 1,33 mg/g bobot segar (Ahmadi, 2025).

Microgreens bayam merah memiliki struktur vegetatif yang sederhana dimana organ daunnya biasanya masih berupa kotiledon dan satu pasang daun sejati awal. Daun muda pada *microgreens* umumnya bersifat cenderung tipis, kecil dan dengan *Specific Leaf Area* (SLA) yang tinggi sehingga dapat membantu pencapaian cahaya pada fase awal pertumbuhan (Cowden *et al.*, 2024). Tanaman bayam merah pada fase *microgreens* memiliki ciri morfologis berupa batang tipis dan sistem akar dangkal yang efektif menyerap air dan nutrisi. Pada fase *microgreens*, tanaman muda termasuk bayam merah memiliki batang tipis, jaringan penunjang yang belum berkembang sempurna, serta sistem akar dangkal yang efisien menyerap air dan hara dari media tanam (Partap *et al.*, 2023).

2.2. Lama Pencahayaan LED

Lama pencahayaan merupakan salah satu faktor lingkungan yang secara langsung menentukan jumlah energi cahaya harian yang tersedia bagi tanaman, sehingga memengaruhi laju fotosintesis dan akumulasi biomassa *microgreens*. Perpanjangan fotoperiode meningkatkan DLI, yakni total kuantum foton harian yang diterima tanaman, dan peningkatan DLI ini berkorelasi positif dengan produksi fotosintat serta pertumbuhan biomassa *microgreens* (Lanoue *et al.*, 2022). Fotoperiode yang terlalu singkat mengurangi efisiensi fotosintesis dan kandungan

klorofil total pada *microgreens* bayam merah. Fotoperiode 8 jam/hari menghasilkan klorofil total *microgreens* bayam lebih rendah (0,45–0,52 mg/g BS) dibandingkan 16 jam/hari (0,75–0,83 mg/g BS), dengan penurunan sebesar 40–45% (Meas, *et al.*, 2020). Selain meningkatkan kandungan bioaktif, durasi fotoperiode LED juga berdampak pada karakteristik morfologis seperti panjang hipokotil, panjang akar maupun bobot segar *microgreens* bayam merah. Rerata tinggi *microgreens* bayam merah terendah (3,79 cm) dan rerata bobot basah tertinggi (10,26 g) tercatat di fotoperiode 20 jam, sedangkan fotoperiode terpendek (14 jam) memperpanjang tinggi *microgreens* hingga rerata 4,48 cm dan menurunkan bobot segar menjadi 8,11 g (Maseva *et al.*, 2024).

Durasi penyinaran berlebih dapat memicu fotooksidasi dan fotodamage, yang berisiko merusak sel tanaman, menghambat fotosintesis, serta berpotensi menurunkan kandungan klorofil. Pada *microgreens* Brassica, klorofil total mencapai nilai tertinggi sekitar 1,08 mg/g pada fotoperiode 16 jam dan kembali berkurang pada durasi di atas 16 jam, menandakan bahwa pencahayaan yang terlalu lama dapat membatasi akumulasi pigmen akibat stres fotooksidatif (Liu *et al.*, 2022). Penyinaran yang melebihi batas normal menyebabkan *microgreens* mengalami stres dan mendorongnya beradaptasi dengan memproduksi senyawa bioaktif. *Microgreens* bit merah dengan fotoperiode 16 jam/hari memiliki kandungan fenolik dan kapasitas antioksidan lebih tinggi masing-masing 49% dan 25% dibandingkan 12 jam/hari, menunjukkan bahwa paparan cahaya lebih lama memicu respons stres yang dipulihkan melalui pembentukan senyawa antioksidan (Hernández-Adasme *et al.*, 2023).

2.3. Media Tanam

Media tanam *soilless* yang berbeda punya sifat fisik dan kimia yang berbeda, sehingga pertumbuhan dan kandungan bioaktif pada tanaman bisa bervariasi. Jenis media tanam berpengaruh signifikan terhadap biokimia dan kapasitas antioksidan berbagai *microgreens* termasuk bayam merah, dan kandungan tertinggi pada setiap parameter ditemukan pada media yang berbeda (Saleh *et al.*, 2022). Kapasitas menahan air *rockwool* termasuk yang paling tinggi dibanding media lain jika dihitung per berat kering. *Rockwool* mampu menahan sekitar 10,4 g air per gram bobot kering substrat, dengan kerapatan rendah dan porositas tinggi (Nerlich dan Dannehl, 2021).

Cocopeat memiliki kapasitas menahan air sekitar 2,3 kali lebih besar dibanding *vermiculite*. *Cocopeat* dapat menahan air mencapai 891% dari bobotnya, sedangkan *vermiculite* sebesar 389% (Saurabh *et al.*, 2025). Arang sekam memiliki kemampuan menahan air paling rendah dibanding *rockwool*, *cocopeat*, dan *vermiculite*. Pada 100% arang sekam, kemampuan menahan air mencapai 78,3% dari bobotnya (Júnior *et al.*, 2022).

Cocopeat mengandung unsur makro dan mikro yang lebih tinggi daripada *rockwool*. *Cocopeat* mengandung N 4.100, P 8.100, K 13.200, Ca 2.100, dan Mg 3.100 mg/kg, serta Fe 23, Zn 22, Mn 17, dan Cu 5 mg/kg, sedangkan *rockwool* mengandung N 56, P 30, K 178, Ca 279, dan Mg 216 mg/kg bahan kering (Kalaivani dan Jawaharlal, 2019; Xiong *et al.*, 2017). *Vermiculite* dan arang sekam sama-sama mengandung unsur hara, tetapi *vermiculite* lebih kaya Mg dan Fe

karena kandungan MgO dan Fe_2O_3 yang tinggi. *Vermiculite* mengandung 17.000 mg Mg, 6.323 mg Fe, 2.805 mg K, 643 mg Ca, 929 mg Mn, dan 35 mg P per kg sedangkan arang sekam mengandung Ca 4.386–10.988, N 3.067–4.467, dan K 327–3.530 mg/kg bahan kering, serta Fe 77,1–238,3 dan Mn 75,4–281,4 mg/kg (Velázquez-Maldonado *et al.*, 2019; Silva *et al.*, 2021). *Rockwool* dan *vermiculite* memiliki total porositas tinggi, sedangkan arang sekam dan *cocopeat* memiliki proporsi ruang pori berisi udara yang lebih besar. *Rockwool* memiliki *total porosity* (TP) 96,0% dan *air-filled porosity* (AFP) 2,0%, *vermiculite* TP 95,0% dan AFP 30,0%, sedangkan arang sekam memiliki TP 82,5% dan AFP 57,5% dan *cocopeat* memiliki *total porosity* (TP) 94-96% dan AFP 13,5–29,4%, sehingga tingginya total porositas tidak selalu menunjukkan tingginya pori yang terisi udara (Tuxun *et al.*, 2025; Carlile *et al.*, 2016).