BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Kondisi lokasi penelitian

Unit Transfusi Darah (UTD) merupakan salah satu unit kerja yang ada di PMI Provinsi Bali yang dalam sebutan di lingkungan PMI disebut Unit Donor Darah (UDD) yang pertama kali terbentuk pada tahun 1967 dengan nama Dinas Transfusi Darah (DTD) PMI Cabang Badung. Tugas dan fungsi utamanya ialah meningkatkan derajat kesehatan melalui pengelolaan darah yang berkualitas, mewujudkan pelayanan penyediaan darah yang aman, tepat waktu, terjangkau dan berkesinambungan. UTD PMI Provinsi Bali berlokasi di PMI Center Provinsi Bali, Jl. Trengguli I No. 27 Penatih, Denpasar Timur. UTD PMI Provinsi Bali berada di sisi barat GOR Yowana Mandala Tembau dan di sisi selatan Balai Bahasa Provinsi Bali. Koordinat geografis lokasi penelitian adalah Lintang : -8.63250 dan Bujur : 115.23808.

Dalam pemenuhan kebutuhan darah, UTD PMI Provinsi Bali telah bekerja sama dengan 450 (empat ratus lima puluh) kelompok donor darah di Kota Denpasar dan Kabupaten Badung. UTD PMI Provinsi Bali memproduksi berbagai jenis produk darah seperti *Packed Red Cell* (PRC), *Thrombocyte Concentrate* (TC), *Fresh Frozen Plasma* (FFP), *Antihemophylic* Factor (AHF) dan *Thrombocyte Apheresis*. Dalam menjamin keamanan dan mutu darah, UTD PMI Provinsi Bali yang telah melakukan pengujian darah terhadap infeksi menular lewat transfusi darah, konfirmasi golongan darah pada pendonor dan *Quality Control* (QC).

UTD PMI Provinsi Bali dalam melakukan proses produksi darah donor yang telah diambil, memiliki beberapa ruangan laboratorium antara lain : Laboratorium Pengolahan Darah, Laboratorium Pengujian Darah, Laboratorium Pelulusan Produk, Laboratorium Penyimpanan dan Distribusi Darah serta Laboratorium Uji Mutu. Penelitian ini termasuk dalam bagian uji mutu yang dilakukan di Laboratorium Uji Mutu UTD PMI Provinsi Bali yang berlokasi di lantai 2 Gedung Unit Transfusi Darah PMI Provinsi Bali yang didukung oleh berbagai peralatan dalam proses uji mutu untuk pemeriksaan berbagai parameter pemeriksaan seperti pemeriksaan fisik, hematologi dan kontaminasi bakteri.

2. Karakteristik objek penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah produk *Thrombocyte Concentrate* (TC) yang di produksi oleh UTD PMI Provinsi Bali yang merupakan salah satu produk dari hasil pemisahan darah utuh donor yang telah diambil. Dalam penelitian ini, sampel *Thrombocyte Concentrate* (TC) yang diambil sebanyak 44 kantong dari total populasi sebesar 2049 kantong. Pengambilan sampel dilakukan secara *probability sampling* dengan teknik *simple random sampling* dimana teknik ini memberi peluang atau kesempatan yang sama bagi setiap unsur atau anggota populasi untuk dipilih menjadi anggota sampel (Paramita dkk.,2021).

TC yang masuk ke dalam populasi penelitian merupakan produk TC yang telah melalui proses produksi seperti pengolahan darah, pengujian Infeksi Menular Lewat Transfusi Darah (IMLTD) dan proses pengujian pada bagian pelulusan produk yang kemudian disimpan oleh bagian penyimpanan darah sesuai dengan standar penyimpanan produk TC.

Dalam proses pengolahan darah, TC diproduksi dari *whole blood* donor yang dipisah antara sel darah merah dengan plasma yang masih kaya akan trombosit menggunakan pemutaran dengan kecepatan rendah (*soft spin*). Plasma kaya trombosit tersebut yang selanjutnya diproses untuk menjadi TC dengan memilih plasma kaya trombosit yang tidak lipemik (tampak jernih) yang diputar dengan kecepatan tinggi (*hard spin*). Dalam proses pengolahan untuk produksi TC, alat – alat yang digunakan telah terkalibrasi secara berkala. Pemantauan suhu dalam proses produksi juga sangat diperhatian agar tetap dalam standar suhu untuk pengolahan produk TC (20^0C – 24^0C).

Dalam pengujian sampel donor terhadap Infeksi Menular Lewat Transfusi Darah (IMLTD) menggunakan metode *Chemiluminescent Immunoassay* (CHLIA) dengan alat yang dikalibrasi secara berkala dan dikontrol secara rutin setiap harinya. Pemeriksaan dilakukan terhadap empat parameter, meliputi : HIV, Hepatitis B, Hepatitis C dan Sifilis. Sampel yang diambil dalam penelitian ini merupakan TC dengan hasil non-reaktif terhadap keempat parameter tersebut.

TC yang telah melalui proses pengolahaan darah dan pengujian IMLTD selanjutnya menuju ke bagian pelulusan produk untuk memastikan produk TC yang diproduksi memenuhi kriteria spesifikasi untuk produk TC yang layak didistribusikan seperti tidak adanya kebocoran kantong, TC tampak jernih dan tidak lipemik maupun ikterik, serta mengandung swirling yang menunjukkan adanya kandungan sel trombosit di dalam produk TC tersebut. Sampel TC yang diambil dalam penelitian ini merupakan TC yang memenuhi kriteria spesifikasi dalam proses pelulusan produk.

TC selanjutnya disimpan oleh bagian distribusi dan penyimpanan pada agitator telah terkalibrasi dimana agiatator aktif bergerak selama 24 jam dengan suhu penyimpanan terpantau berkisar diantara 20^0C – 24^0C untuk menjaga kualitas dari produk TC. Sampel TC dalam penelitian ini merupakan TC yang telah disimpan dengan umur 1 hari saat akan dilakukan pemeriksaan jumlah trombosit per unit. Sampel TC kemudian disimpan kembali di agitator hingga umur 5 hari untuk selanjutnya dilakukan pemeriksaan derajat keasaman (pH).

3. Hasil pengamatan terhadap objek penelitian berdasarkan variabel penelitian

a. Hasil perhitungan jumlah trombosit per unit pada produk *Thrombocyte Concentrate* (TC) pada awal masa simpan dengan umur 1 hari

Tabel 4
Hasil Perhitungan Jumlah Trombosit per Unit

Kriteria Hasil	Hasil Perhitungan Jumlah Trombosit per Unit	
	Total	Persentase
Memenuhi syarat ($> 4{,}7 \times 10^{10}$ / unit)	42	95,5%
Tidak memenuhi syarat ($\leq 4{,}7 \times 10^{10}$ / unit)	2	4,5%

Data pada tabel 4 di atas menunjukkan terdapat 42 sampel yang memenuhi standar jumlah trombosit per unit ($> 4{,}7 \times 10^{10}$ / unit) dengan persentase 95,5% dan 2 sampel yang tidak memenuhi standar jumlah trombosit per unit ($\leq 4{,}7 \times 10^{10}$ / unit) dengan persentase 4,5% dari total sampel yang diujikan.

b. Hasil pengukuran derajat keasaman (pH) pada produk *Thrombocyte Concentrate* (TC) pada akhir masa simpan dengan umur 5 hari

Tabel 5
Hasil Pengukuran Derajat Keasaman (pH)

Kriteria Hasil	Hasil Pengukuran Derajat Keasaman (pH)	
	Total	Persentase
Memenuhi syarat (> 6,4)	42	95,5%
Tidak memenuhi syarat (≤ 6,4)	2	4,5%

Data pada tabel 5 di atas menunjukkan terdapat 42 sampel (95,5%) yang memenuhi standar derajat keasaman (pH) dengan nilai pH > 6,4 dan 2 sampel (4,5%) yang tidak memenuhi standar derajat keasaman (pH) dengan nilai pH ≤ 6,4.

4. Hasil analisis data

a) Uji normalitas distribusi data

Tabel 6
Hasil Uji Normalitas Distribusi Data dengan Uji *Shapiro-Wilk*

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			*Shapiro-Wilk*		
	Statistic	df	Sig.	*Statistic*	df	Sig.
Jumlah Trombosit per Unit	.080	44	.200*	.971	44	.335
Derajat Keasaman (pH)	.172	44	.002	.891	44	.001

*. *This is a lower bound of the true significance*

a. *Lilliefors Significance Correction*

Data pada tabel 6 menunjukkan hasil uji normalitas distribusi data untuk variabel jumlah trombosit per unit dan derajat keasaman (pH). Uji yang digunakan adalah Uji *Shapiro-Wilk* karena jumlah sampel dalam penelitian ini <50. Berdasarkan hasil Uji *Shapiro-Wilk*, diperoleh nilai Sig. untuk variabel jumlah trombosit per unit sebesar 0.335 yang menunjukan nilai p > 0.05 yang berarti data jumlah trombosit per unit berdistribusi normal. Sedangkan, nilai Sig. untuk variabel derajat keasaman (pH) sebesar 0.001 yang menunjukan nilai p < 0.05 yang berarti data derajat keasaman (pH) berdistribusi tidak normal.

b) Uji korelasi

Tabel 7
Hasil Uji Korelasi dengan Uji *Spearman Rank*

Correlations

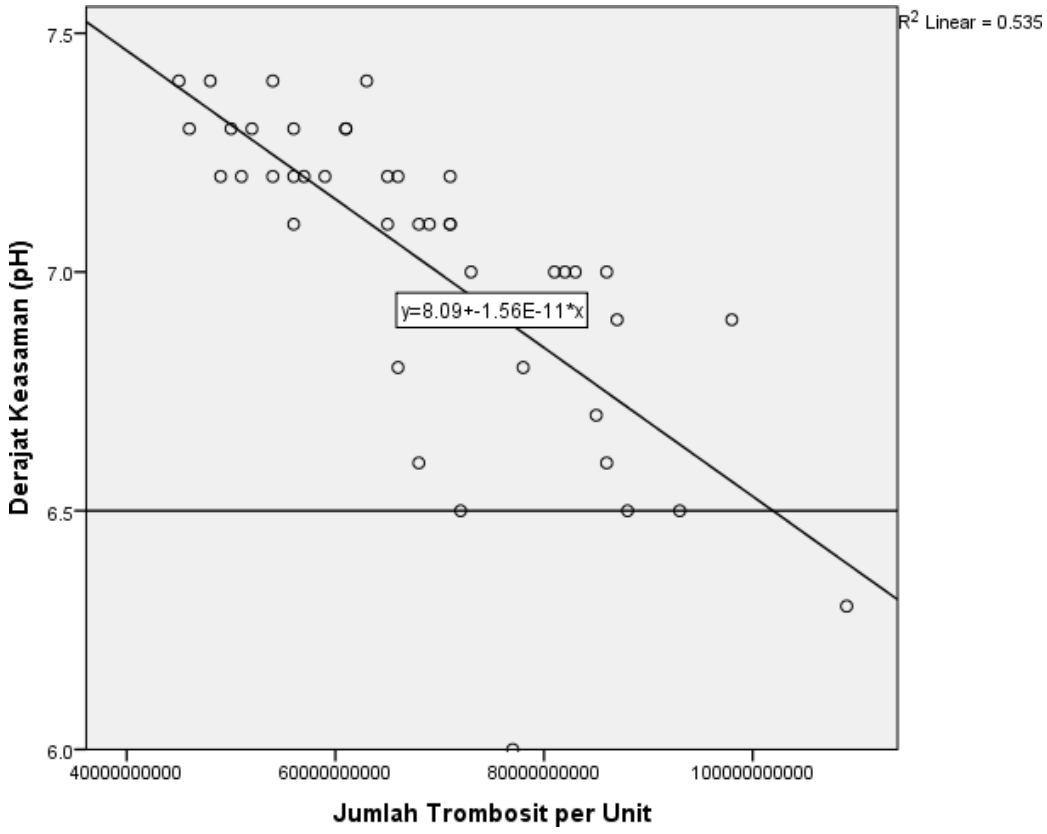
			Jumlah Trombosit per Unit	Derajat Keasaman (pH)
Spearman's rho	Jumlah Trombosit per Unit	*Correlation Coefficient*	1.000	-.839**
		Sig. (2-tailed)	.	.000
		N	44	44
	Derajat Keasaman (pH)	*Correlation Coefficient*	-.839**	1.000
		Sig. (2-tailed)	.000	.
		N	44	44

**. *Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).*

Uji korelasi dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Uji Spearman Rank karena berdasarkan uji normalitas distribusi data, salah satu variabel berdistribusi tidak normal yaitu variabel derajat keasaman (pH). Data pada tabel 7 menunjukkan nilai *Sig. (2-tailed)* dalam Uji *Spearman Rank* yang dilakukan

yaitu 0.000. Nilai *Sig. (2-tailed)* tersebut menunjukkan p < 0.05 yang berarti H0 ditolak dan Ha diterima sehingga diperoleh hasil ada hubungan jumlah trombosit per unit dengan derajat keasaman (pH) pada produk *Thrombocyte Concentrate* (TC). Nilai *Correlation Coefficient* diperoleh adalah –0.839 yang menandakan hubungan korelasi yang kuat dengan arah korelasi yang negatif menunjukkan bahwa semakin tinggi jumlah trombosit per unit, maka nilai pH cenderung semakin menurun.

c) Penentuan *cut-off* jumlah trombosit per unit maksimal berdasarkan nilai derajat keasaman (pH)



Gambar 4. Grafik Nilai *Cut Off* Jumlah Trombosit per Unit Maksimal Berdasarkan Nilai Derajat Keasaman (pH)

Berdasarkan grafik pada gambar 4 diatas, dapat diketahui bahwa hubungan anatra jumlah trombosit per unit dengan derajar keasaman (pH) tidak linier. Grafik tersebut memberikan gambaran bahwa semakin tinggi jumlah trombosit per unit maka semakin rendah derajat keasaman (pH). Persamaan garis regresi menunjukkan :

pH minimal (y) = 8.09 + (-1.566×10^{11}) x jumlah trombosit per unit maksimal (x)

Dengan memasukan 6,5 sebagai nilai pH yang memenuhi standar (> 6,4), maka diperoleh jumlah trombosit per unit maksimal yang dapat terkandung dalam satu kantong produk TC, sebagai berikut :

$6,5 = 8,09 – (1,566 \times10^{-11})$ x jumlah trombosit maksimal (x)

$(1,566 \times10^{-11})$ x jumlah trombosit maksimal (x) = 8,09 – 6,5

$(1,566 \times10^{-11})$ x jumlah trombosit maksimal (x) = 1,59

jumlah trombosit maksimal (x) $= 1,59 / 1,566 \times10^{-11}$

jumlah trombosit maksimal (x) $= 1,02 \times 10^{11}$

jumlah trombosit maksimal (x) $= 10,2 \times 10^{10}$

Dari perhitungan persamaan garis regresi, diperoleh kandungan trombosit per unit maksimal agar pH tetap memenuhi standar adalah $10,2 \times 10^{10}$ per unit TC.

B. Pembahasan

1. Jumlah trombosit per unit produk *Thrombocyte Concentrate* (TC) pada awal masa simpan dengan umur 1 hari

Jumlah trombosit per unit merupakan salah satu parameter yang diujikan untuk mengetahui kualitas dari produk *Thrombocyte Concentrate* (TC) yang dihasilkan dari pengolahan *Whole Blood* (WB) donor yang memberikan gambaran jumlah sel trombosit yang terkandung dalam satu unit produk TC. Penelitian

dilakukan dengan menghitung jumlah trombosit per unit pada produk TC yang dihasilkan di UTD PMI Provinsi Bali. Pengukuran dilakukan saat TC berumur 1 hari dengan tujuan untuk mengetahui hasil dari proses produksi darah donor terhadap kualitas produk TC yang dihasilkan. Berdasarkan data pada tabel 4, 2 unit TC (4,5%) produk TC berada dalam kategori tidak memenuhi syarat (TMS) terhadap standar jumlah trombosit per unit dengan karena memiliki jumlah trombosit per unit $\leq 4{,}7 \times 10^{10}$ per unit TC. Sedangkan 42 unit TC (95,5%) memenuhi nilai standar dengan jumlah trombosit per unit >4,7 x 10^{10} per unit TC.

Dua unit produk TC yang dinyatakan tidak memenuhi standar dapat disebabkan oleh rendahnya jumlah trombosit awal donor maupun proses pemisahan trombosit yang kurang optimal berpotensi menurunkan jumlah trombosit yang berhasil dikonsentrasikan ke dalam unit TC (Amalia dkk., 2019). Donor dengan jumlah trombosit awal tinggi cenderung menghasilkan *thrombocyte yield* yang lebih besar (Sharma *et al*., 2024).

Hasil jumlah trombosit dalam penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Toora pada tahun 2022 yang memperoleh hasil 84,68% produk TC yang diujikan memenuhi standar yang ditentukan sedangkan 15,32% produk TC yang diujikan tidak memenuhi standar. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar produk TC yang diolah di unit transfusi darah umumnya memiliki kualitas yang baik dan sesuai standar jumlah trombosit per unit, namun tetap terdapat sebagian kecil unit yang tidak memenuhi syarat.

2. Derajat keasaman (pH) produk *Thrombocyte Concentrate* (TC) pada akhir masa simpan dengan umur 5 hari

Derajat keasaman (pH) pada produk *Thrombocyte Concentrate* (TC) merupakan indikator penting untuk menilai kualitas dan viabilitas trombosit selama penyimpanan. Dalam penelitian ini dilakukan pengukuran pH terhadap 44 sampel TC pada akhir masa simpan saat TC berumur 5 hari. Dari pengukuran pH yang dilakukan, data pada tabel 5 menunjukkan terdapat 2 unit TC (4,5%) tidak memenuhi standar dengan pH ≤ 6,4. Sedangkan 42 unit sampel (95,5%) memenuhi standar dengan pH > 6,4.

Dua unit TC yang tidak memenuhi standar dapat disebabkan oleh peningkatan produksi asam laktat akibat metabolisme anaerob. Kondisi ini dapat dipicu kandungan sel yang terlalu tinggi dalam kantong. Penurunan pH terjadi karena trombosit terus bermetabolisme selama penyimpanan sehingga menghasilkan laktat dan jika oksigen tidak cukup, pH dapat turun di bawah batas aman. Selain itu, kontaminasi mikroba juga berpotensi menyebabkan pH rendah pada unit tertentu.

pH merupakan parameter mutu penting dalam produk TC karena memengaruhi fungsi vital trombosit selama penyimpanan. Trombosit melakukan metabolisme glikolisis selama penyimpanan sehingga menghasilkan laktat, yang menyebabkan pH menurun seiring meningkatnya lama simpan (Sharma *et al*., 2019). Agar trombosit tetap berada dalam kondisi aerobik, diperlukan agitasi kontinu pada suhu 20–24°C. Jika suplai oksigen tidak memadai, metabolisme beralih ke anaerobik dan pH turun drastis. Nilai pH ≤ 6,4 menyebabkan disfungsi membran trombosit dan penurunan kemampuan agregasi, sehingga produk menjadi

tidak layak untuk transfusi. Ketika pH mencapai 6,0, akan terjadi penghentian sepenuhnya terhadap proses metabolisme dari platelet . Dampak dari penurunan pH terhadap produk TC adalah hilangnya viabilitas dari trombosit atau platelet. Bagi pasien yang menerima transfusi, peningkatan trombosit dalam darah tidak akan maksimal (tidak efektif) apabila transfusi sediaan darah TC dengan pH < 6,0 (akibat *lactic acid* berlebih) tetap dilakukan (Tel, 2022).

Hasil dalam penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian besar produk *Thrombocyte Concentrate* (TC) memiliki nilai pH dalam batas standar yang ditentukan dan hanya dua unit yang tidak memenuhi standar minimal. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Sharma pada tahun 2019 yang menunjukkan bahwa mayoritas unit TC tetap mempertahankan pH stabil selama penyimpanan karena metabolisme trombosit menghasilkan laktat yang masih dapat dinetralisir oleh kapasitas buffer pada kantong penyimpanan. Penelitian tersebut melaporkan bahwa pH TC pada hari ke-5 penyimpanan tetap berada pada rentang 6,8–7,2 yang mendekati dengan hasil penelitian ini dimana dalam penelitian ini sampel TC yang diujikan memiliki rata – rata nilai pH diangka 7,0 (lampiran 5). Kesesuaian hasil ini menunjukkan bahwa proses pengolahan, penyimpanan, dan pengendalian suhu yang dilakukan dengan tepat, dapat mempertahankan pH TC pada kisaran stabil, sehingga viabilitas dan fungsi trombosit tetap optimal sampai masa kedaluwarsa.

3. Hubungan jumlah trombosit per unit dengan derajat keasaman (pH) pada produk *Thrombocyte Concentrate* (TC)

Dalam penelitian ini, uji *Shapiro-Wilk* yang dilakukan memberikan nilai Sig. untuk variabel jumlah trombosit per unit sebesar 0.335 yang menunjukan nilai $p > 0.05$ yang berarti data jumlah trombosit per unit berdistribusi normal. Sedangkan, nilai Sig. untuk variabel derajat keasaman (pH) sebesar 0.001 yang menunjukan nilai $p < 0.05$ yang berarti data derajat keasaman (pH) berdistribusi tidak normal. Karena data salah satu variabel berdistribusi tidak normal, maka uji korelasi dilakukan dengan uji *Spearman Rank*. Uji *Spearman Rank* yang dilakukan memberikan nilai *Sig. (2-tailed)* 0.000 yang menunjukkan $p < 0.05$ yang berarti H0 ditolak dan Ha diterima sehingga diperoleh hasil ada hubungan jumlah trombosit per unit dengan derajat keasaman (pH) pada produk *Thrombocyte Concentrate* (TC). Nilai *Correlation Coefficient* yang diperoleh adalah –0.839 yang menandakan hubungan korelasi yang kuat dengan arah korelasi yang negatif menunjukkan bahwa semakin tinggi jumlah trombosit per unit, maka nilai pH cenderung semakin menurun. Hal ini sejalan dengan permasalahan yang ditemukan di lokasi penelitian dimana produk TC yang memiliki jumlah trombosit per unit tertinggi justru memiliki pH terendah di akhir masa simpannya. Hasil pengujian statistik memberikan gambaran bahwa jumlah trombosit yang lebih tinggi berpotensi menghasilkan lebih banyak produk metabolik, yang selanjutnya dapat memengaruhi kestabilan pH selama masa simpan.

Penurunan pH selama waktu penyimpanan tersebut diduga terjadi karena proses metabolisme trombosit melalui glikolisis. Glikolisis adalah salah satu tahapan pembentukan sumber energi bagi trombosit dengan cara mensistesis

Adenosine Triphosphate (ATP) yang digunakan untuk proses respirasi seluler. Pada tahap akhir glikolisis dapat menghasilkan sebanyak 2 molekul *Adenosine Triphosphate* (ATP), 2 molekul *Adenosine Diphosphate* (ADP), dan 2 molekul CO_2. Penurunan pH disebabkan oleh senyawa CO_2 yang terlarut sehingga menimbulkan kondisi asam di dalam kantong darah (Tel, 2022). Sehingga semakin banyak jumlah trombosit dalam produk TC, maka akan semakin banyak pula hasil metabolisme yang terdapat di dalamnya sehingga mempercepat terjadinya penurunan pH.

Untuk menjaga pH tetap dalam batas standar hingga akhir masa simpan, maka perlu diketahui nilai batas maksimal jumlah trombosit yang dapat terkandung dalam produk TC. Berdasarkan persamaan garis regresi pada gambar 4, diperoleh nilai jumlah trombosit maksimal sebesar $10{,}2\times10^{10}$ per unit TC. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah trombosit yang melebihi nilai tersebut berpotensi menyebabkan penurunan pH di bawah batas kelayakan produk.

Hasil dalam penelitian ini juga sesuai dengan penelitian Negoro pada tahun 2023 yang mengevaluasi perubahan kualitas TC selama penyimpanan. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa peningkatan jumlah trombosit dalam satu unit dapat meningkatkan konsumsi oksigen serta produksi metabolit asam, sehingga memicu penurunan pH secara bertahap. Kondisi ini menjelaskan mengapa pada hasil penelitian ini terdapat beberapa unit yang tidak memenuhi standar pH karena jumlah trombositnya yang tinggi.