

EKSTRAKSI ZAT BESI DALAM DAUN SINGKONG DENGAN PELARUT CUKA AREN MENGGUNAKAN ARMPFIELD UOP4 SOLID-LIQUID EXTRACTION UNIT

Nandya Rahmawati¹, Iwan Hastiawan² dan Yusi Deawati³

¹Universitas Padjadjaran, Jln. Raya Sumedang km 21, Jatinangor

²Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran,
Jln. Raya Sumedang km 21, Jatinangor, nandarahma@gmail.com

ABSTRAK

EKSTRAKSI ZAT BESI DALAM DAUN SINGKONG DENGAN PELARUT CUKA AREN MENGGUNAKAN ARMPFIELD UOP4 SOLID-LIQUID EXTRACTION UNIT. Zat besi (Fe) merupakan suatu mineral mikro yang berperan penting dalam metabolisme tubuh. Daun singkong (*Manihot utilissima* Pohl) merupakan salah satu sayuran hijau yang mengandung zat besi yang dibutuhkan manusia. Ekstraksi padat-cair adalah teknik ekstraksi yang dapat dilakukan pada proses pemisahan zat anorganik seperti besi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengekstraksi zat besi dalam daun singkong dengan pelarut cuka aren menggunakan Armfield UOP4 solid-liquid extraction unit. Daun singkong dikeringkan, lalu dihaluskan dan dibungkus dengan kertas saring. Kemudian sampel tersebut ditempatkan dalam bejana ekstraksi dan diekstraksi oleh pelarut cuka aren dengan variasi konsentrasi, pengenceran pelarut dan variasi pelarut. Ekstrak besi kemudian dianalisis dengan menggunakan spektrometri serapan atom. Dengan menggunakan laju alir 5% dan suhu 100°C, diperoleh variasi konsentrasi dan pH yang memberikan hasil ekstraksi terbaik yaitu 1,6% dan 3,18 untuk cuka aren. Konsentrasi ekstrak besi yang paling baik pada kondisi tersebut yaitu 10,5605 ppm. Hasil ekstraksi besi pada daun singkong dengan pelarut cuka aren lebih baik dibandingkan dengan pelarut cuka sintesis.

Kata kunci: ekstraksi padat-cair; besi; daun singkong; cuka aren

ABSTRACT

EXTRACTION OF IRON IN CASSAVA LEAVES USING VINEGAR SOLVENTS BY ARMPFIELD UOP4 SOLID-LIQUID EXTRACTION UNIT. Iron (Fe) is a micro mineral that an important role in the metabolism of the body. Cassava leaves (*Manihot utilissima* Pohl) is one of the green vegetables that contain iron that humans need. Solid-liquid extraction is the extraction technique that can be performed on the process of separation of inorganic substances such as iron. The purpose of this study is to extract iron in cassava leaves with palm vinegar solvent use Armfield UOP4 solid-liquid extraction unit. The cassava leaves are dried, then crushed and wrapped with filter paper. Then the sample was placed in the extraction vessel and extracted by palm vinegar solvent with various concentration, dilution solvent and solvent variations. Extract iron was analyzed using atomic absorption spectrometry. By using a flow rate of 5% and a temperature of 100°C, obtained by varying the concentration and pH that gave the best results are 1.6% and 3.18 for palm vinegar. Concentration of extract the best iron on the condition that 10.5605 ppm. Extraction of iron in cassava leaves with palm vinegar solvent better than the vinegar synthesis solvent.

Keywords: solid-liquid extraction; iron; cassava leaves; palm vinegar

1. PENDAHULUAN

Zat besi (Fe) merupakan suatu mineral mikro yang berperan dalam pusat pengaturan molekul hemoglobin sel-sel darah merah [1]. Disamping itu, zat besi juga berperan dalam metabolisme energi, termasuk sintesa DNA oleh beberapa enzim [2]. Kekurangan zat besi dapat terjadi karena asupan besi yang tidak cukup, gangguan absorpsi, serta kehilangan darah, yang dapat menyebabkan anemia sehingga akan menurunkan daya konsentrasi dan fungsi kekebalan tubuh [3]. Oleh karena itu, keseimbangan zat besi dalam tubuh harus dipertahankan agar tubuh tidak menderita anemia [4].

Tanaman singkong telah cukup lama dikenal oleh masyarakat Indonesia. Di Indonesia, daun singkong dikonsumsi sebagai sayuran atau lalapan. Daun singkong merupakan salah satu sayuran hijau yang kandungan gizinya sangat tinggi. Daun singkong dikenal banyak mengandung kalori, protein, fosfor, hidrat arang, dan zat besi. Selain itu daun singkong juga mengandung tanin dan sejumlah fitofarmaka yang sangat baik untuk menjaga daya tahan tubuh maupun mengatasi sejumlah penyakit. Namun, tidak sedikit orang yang menyukai sayuran singkong karena rasanya yang pahit. Bahkan ada beberapa orang yang tidak menyukai sayur-sayuran.

Sayangnya, daun singkong dibuang sebagai limbah perkebunan setelah tanaman singkong diambil umbinya. Sehubungan daun singkong dapat dipakai sebagai sumber zat besi bagi tubuh manusia, maka daun singkong dimanfaatkan dengan dilakukan penelitian mengenai ekstraksi zat besi didalam sayuran ini. Ekstraksi zat besi ini diharapkan dapat mencukupi kebutuhan akan zat besi yang sesuai dengan cakupan tubuh kita, tidak lebih dan tidak kurang.

Ekstraksi suatu bahan dari material padat dengan bantuan suatu cairan adalah proses yang umum terjadi dalam teknik kimia, khususnya yang mengenai bahan-bahan alam hayati. Ekstraksi yang sudah tidak asing lagi dapat diilustrasikan saat pembuatan teh atau kopi, yaitu air panas digunakan untuk memproses ekstraksi dari daun teh atau biji kopi. Contoh lainnya adalah ekstraksi gula dari bit gula dan minyak dari sayuran dan lain-lain. Ekstraksi dapat menggunakan air atau pelarut organik, dengan variasi suhu dan dengan perbedaan aliran pelarut yang dibuat. Ekstraksi mineral logam pada tanaman (daun singkong) adalah salah satu cara untuk memisahkan senyawa

kimia anorganik dalam suatu bahan alam hayati.

Proses pemisahan yang efektif dan efisien menjadi pilihan utama bagi para peneliti untuk mendapatkan hasil yang optimal. Pemilihan instrumen dan metode pemisahan yang tepat dapat memberikan kontribusi untuk mendapatkan hasil yang baik dan sesuai harapan. Tetapi biasanya, ekstraksi pelarut sulit dilakukan bagi logam golongan 8, 9 & 10, seperti besi. Hal ini dikarenakan logam golongan 8, 9 & 10 sulit untuk membentuk kompleks dengan ekstraktan pada suhu kamar, sedangkan pada suhu tinggi kompleks logam-air dapat larut dan terbentuk dengan cepat dan mudah. Pada tahun 1969, (Fujinaga et al), mengembangkan metode yang melibatkan ekstraksi kompleks pada suhu tinggi dan diikuti oleh pemisahan padat-cair pada suhu kamar, teknik ini dikenal dengan ekstraksi padat cair. Dalam beberapa tahun terakhir, Gao Jin-Zhang melakukan banyak pekerjaan ekstraksi padat-cair untuk berbagai macam logam. Sehingga dengan adanya teknik ekstraksi padat-cair (leaching) ini, ekstraksi dari logam-logam golongan 8, 9 & 10 dapat dilakukan [5]. Selain metode ekstraksi pelarut masih banyak teknik lain yang dapat digunakan yaitu dengan metode ekstraksi padat-cair menggunakan instrumen *Armfield UOP4 solid-liquid extraction unit*.

Armfield UOP4 solid-liquid extraction unit adalah unit semi-teknikal yang dirancang untuk mengenalkan mahasiswa tentang karakteristik ekstraksi dari ekstraktor ukuran yang sebenarnya. Bahan yang akan diekstraksi dibungkus oleh pembungkus tahan pelarut yang digunakan dan ditempatkan pada tabung bulat. Pelarut, baik panas atau dingin dapat dipompa melalui bejana atau disirkulasikan. Ekstrak dapat dihasilkan dan dirancang dengan berbagai cara. Ekstrak dapat dipisahkan dengan didistilasikan dari pelarutnya.

Cuka atau asam asetat adalah pelarut protik hidrofilik (polar), mirip seperti air dan etanol yang bercampur dengan mudah dengan pelarut polar atau nonpolar lainnya seperti air, kloroform dan heksana. Sifat kelarutan dan kemudahan bercampur dari asam asetat ini membuatnya digunakan secara luas dalam industri kimia. Produksi asam asetat dapat dilakukan baik secara sintesis maupun secara alami (seperti fermentasi bakteri). Produksi asam asetat melalui fermentasi hanya mencapai sekitar 10% dari produksi dunia utamanya produksi cuka makanan. Indonesia adalah negara yang kaya sumber daya floranya salah satunya adalah aren. Selama ini telah lama dikenal pembuatan cuka yang berbahan dasar nira aren,

cuka ini umumnya dikenal dengan nama cuka jawa atau cuka aren.

Berdasarkan proses pembuatannya cuka aren lebih alami dan ramah lingkungan jika dibandingkan dengan cuka sintesis. Hal ini dikarenakan sumber, bahan dasar dan wadah pembuatan berasal dari tanaman. Pada proses produksi jika terdapat limbah maka limbah yang dibuang langsung ke lingkungan tidak terlalu membahayakan, karena limbah tersebut berasal dari tanaman yang nantinya dapat didegradasi oleh alam. Berdasarkan hal tersebut, meskipun cuka aren diproduksi dalam skala yang besar maka tidak terlalu merusak lingkungan.

Penelitian sebelumnya adalah penelitian artifisial dan lebih fokus terhadap efektivitas *Armfield UOP4 solid-liquid extraction unit* untuk suatu ekstraksi. Penelitian lanjutan ini merupakan penelitian bukan artifisial, kondisi dilakukan sama dengan penelitian sebelumnya yang memberikan hasil paling baik yaitu dengan laju alir 5% (0,25 mL/detik) dan maksimal suhu yang dapat digunakan adalah 100°C [6]. Namun pada penelitian lanjutan ini dilakukan ekstraksi zat besi dengan pelarut cuka aren pada material organik (daun singkong). Hal ini dilakukan karena belum diperoleh data yang menyebutkan optimasi pelarut cuka aren yang baik untuk ekstraksi zat besi dari material organik (daun singkong).

2. TEORI

Ekstraksi padat-cair atau *leaching* adalah proses pengambilan komponen terlarut dalam suatu padatan dengan menggunakan pelarut. Interaksi diantara komponen terlarut dari padatan ini sangat berpengaruh pada proses ekstraksi. Pada proses ekstraksi ini, komponen terlarut yang terperangkap di dalam padatan, bergerak melalui pori-pori padatan. Zat terlarut berdifusi keluar permukaan partikel padatan dan bergerak ke lapisan film sekitar padatan, selanjutnya ke larutan [7].

Armfield UOP4 solid-liquid extraction unit adalah peralatan semi-teknikal yang dirancang khusus untuk pemisahan ekstraksi padat-cair. Ekstraksi padat cair yang dilakukan dapat berjalan secara terus-menerus karena memiliki pompa dan alat ini dilengkapi dengan pemanas dan kondensor layaknya soxhlet. Tetapi alat ini tidak diperuntukkan untuk pemisahan yang menggunakan pelarut yang mudah terbakar. Semua instrumen dalam alat ini menggunakan listrik sebagai energi utama [8].

Beberapa keunggulan metode ekstraksi

padat-cair dengan menggunakan alat *Armfield UOP4 solid-liquid extraction unit* dibandingkan dengan metode ekstraksi pelarut sebagai berikut [9]:

1. Proses ekstraksi logam dari mineralnya dapat dilakukan dalam 1 tahap, karena jika dilakukan dengan metode ekstraksi pelarut membutuhkan 2-3 tahap ekstraksi.
2. Dapat menggunakan pelarut asam anorganik yang umumnya mudah didapatkan di laboratorium, sedangkan pada ekstraksi pelarut harus menggunakan pelarut organik.
3. Hanya memerlukan 1 jenis pelarut, sedangkan pada ekstraksi pelarut umumnya menggunakan 2 jenis pelarut.
4. Dapat langsung digunakan dengan sampel yang berupa padatan, sedangkan pada ekstraksi pelarut jika menggunakan sampel padatan, sampel tersebut harus diberi perlakuan terlebih dahulu.

Bentuk kimia zat besi dalam makanan terdiri dari atas dua jenis, yaitu bentuk heme dan bentuk non heme. Bentuk heme terdapat pada hemoglobin dan mioglobin yaitu terutama terdapat pada daging, hati dan ikan. Besi heme menyusun sekitar 10-15% dari total besi dalam makanan. Absorpsi besi dalam bentuk heme ini dapat dikatakan sempurna dan sangat sedikit dipegaruhi oleh faktor-faktor lain dalam makanan. Besi dalam bentuk heme dapat langsung diabsorbsi melalui reseptor dan protein transporter tertentu terutama di daerah duodenum dan jejunum bagian atas. Penyerapan zat besi ini 20-30%. Sebanyak 80% besi dalam makanan adalah dalam bentuk besi non heme. Bentuk ini terdapat pada 60% produk hewani dan 100% produk nabati. Absorpsi besi non heme tergantung pada seberapa besar bentuk tersebut dapat larut dalam usus. Perubahan bentuk kimia dari bentuk ferri (Fe^{3+}) menjadi Ferro (Fe^{2+}) sangat menentukan daya penyerapan dan penggunaan besi non heme ini. Penyerapan besi non heme hanya sebesar 1-16% [9].

Cuka aren ini pun lebih disukai untuk digunakan oleh masyarakat sebagai bahan bumbu dapur dan juga bahan untuk membuat asinan atau manisan. Meskipun kadar asam asetatnya yang tidak sebanyak cuka sintesis. Walaupun demikian, cuka aren tetap laku keras di pasar, karena tidak membuat sakit perut seperti cuka sintetik [10].

Proses pembuatan cuka aren secara umum adalah nira aren dimasukkan ke dalam lahang bambu sebagai tempat proses fermentasi berlangsung. Kalau nira aren (lahang) yang manis itu didiamkan, ia akan meragi dan

berubah menjadi tuak yang kadar etanolnya bisa mencapai 4% yang kurang lebih sama dengan bir. Nira aren tidak memerlukan ragi, dia bisa meragi sendiri, berkat sel-sel ragi *Saccharomyces tuac* yang banyak terkandung di dalamnya.

Singkong merupakan dari jenis keluarga tanaman *Euphorbiaceae*, singkong biasanya dimanfaatkan bukan hanya buahnya saja, namun daunnya juga bisa kita manfaatkan untuk sayuran. Kandungan gizi daun singkong dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Kandungan zat gizi pada daun singkong per 100 gram

Zat Gizi	Jumlah
Energi (kal)	73,00
Protein (g)	6,80
Lemak (g)	1,20
Karbohidrat (g)	13,00
Kalsium (mg)	165,00
Fosfor (mg)	54,00
Zat Besi (mg)	2,00
Vit A (SI)	11000,00
Vit B ₁ (mg)	0,12
Vit C (mg)	275,00
Air (g)	77,20

Sumber : Direktorat Gizi Depkes RI (1992)

3. TATAKERJA (BAHAN DAN METODE)

3.1. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *Armfield UOP4 solid-liquid extraction unit*, Spektrofotometer Serapan Atom, neraca analitis, pH meter, kertas saring, benang kasur, botol vial coklat, corong plastik, dan alat-alat gelas laboratorium yang umum.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun singkong, cuka aren cianjur, cuka sintesis grade 25 %, dan akuades.

3.2. Prosedur Kerja Penelitian

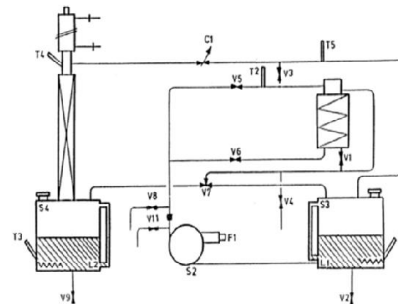
3.2.1 Preparasi Daun Singkong

Daun singkong dipisahkan dari batangnya dan dicuci hingga bersih. Daun singkong bersih dipotong kecil-kecil dan dimasukan ke dalam oven dengan suhu 40°C selama 2 jam kemudian suhu 105°C selama 4 jam. Daun singkong yang telah kering, digerus dengan mortir hingga berupa serbuk dan diayak hingga ukuran 50 mesh. Daun singkong ditimbang sebanyak 100 g dan dibungkus dengan kertas saring kemudian

diikat dengan benang. Besi dari daun singkong siap diekstraksi.

3.2.2. Preparasi *Armfield UOP4 Solid-Liquid Extraction Unit*

Armfield UOP4 solid-liquid extraction unit dihubungkan dengan sumber tegangan. Keran nomor 5 (V5) dibuka, keran nomor 6 (V6) ditutup, keran nomor 1 (V1) dibuka dan keran nomor 7 (V7) diarahkan menuju bejana penampung ekstrak. Semua keran yang tidak disebutkan ditutup. Pompa penakar diatur pada laju aliran yang telah ditentukan. Pompa penakar dan pemanas dalam bejana dapat diaktifkan dengan pengaturan tombol pada papan kendali. *Armfield solid-liquid extraction unit* siap digunakan untuk proses ekstraksi.



Gambar 3.1 Skema *Armfield UOP4 solid-liquid extraction unit*

Keterangan:

- V1 katup dari bejana ekstraksi menuju bejana penampung L1 atau L2
- V2 dan V9 katup pembuangan pelarut pada bejana pelarut L1 dan L2
- V3 katup penghubung menuju kolom distilasi
- V4, V8 dan V11 katup akses pengambilan sampel
- V5 katup menuju bejana ekstraksi
- V6 katup pengarah siklus pelarut
- V7 katup pengarah tiga arah
- S3 dan S4 akses pengisian pelarut pada bejana L1 dan L2
- S2 pompa peristaltic
- F1 pengatur laju alir pompa peristaltic
- T1 dan T3 termometer pada bejana pelarut L1 dan L2
- T2 termometer pada jalur pipa pintu masuk bejana ekstraksi
- T4 termometer pada kolom distilasi
- T5 termometer pada jalur penguapan pelarut menuju kolom distilasi

3.2.3 Ekstraksi Daun Singkong dengan Variasi konsentrasi Pelarut Cuka Aren Menggunakan Armfield UOP4 Solid-Liquid Extraction Unit

Variasi pelarut cuka aren yang dilakukan adalah 0,02%, 0,04%, 0,06%, 0,08%, dan 0,1% dimasukkan dalam bejana pelarut sebanyak 5 L. Pompa penakar(F1) diatur pada laju aliran 5% dan suhu optimal yang digunakan adalah 100°C. Setelah pelarut dimasukkan ke dalam bejana pelarut, pemanas bejana listrik diaktifkan dari papan kendali. Pompa penakar diaktifkan dan suhu pelarut yang masuk ke bejana ekstraksi diawasi dengan memperhatikan termometer. Setelah suhu mencapai suhu ekstraksi, daun singkong yang siap diekstraksi dimasukkan ke dalam bejana ekstraksi (L1) dan ditutup kembali. Setelah instrumen bekerja, setiap 10 menit diambil contoh ekstrak yang dapat diakses melalui keran nomor 4 (V4) hingga proses ekstraksi berakhir. Ekstrak total dari bejana penampung dapat diakses melalui keran nomor 9 (V9). Setiap variasi konsentrasi dilakukan sebanyak dua kali pengulangan.

Ekstrak besi yang diperoleh dari hasil pemisahan ditampung ke dalam botol vial coklat. Ekstrak diukur konsentrasinya menggunakan spektrometer serapan atom. Konsentrasi optimal pelarut dapat ditentukan.

3.2.4 Ekstraksi Daun Singkong dengan Pengenceran Pelarut Cuka Aren Menggunakan Armfield UOP4 Solid-Liquid Extraction Unit

Pelarut 1,6% cuka aren cianjur dimasukkan dalam bejana pelarut sebanyak 5 L. Pompa penakar diatur pada laju aliran 5% dan suhu optimal yang digunakan adalah 100°C. Setelah pelarut dimasukkan ke dalam bejana pelarut, pemanas bejana listrik diaktifkan dari papan kendali. Pompa penakar diaktifkan dan suhu pelarut yang masuk ke bejana ekstraksi diawasi dengan memperhatikan termometer. Setelah suhu mencapai suhu ekstraksi, daun singkong yang siap diekstraksi dimasukkan ke dalam bejana ekstraksi dan ditutup kembali. Setelah instrumen bekerja, setiap 10 menit diambil contoh ekstrak yang dapat diakses melalui keran nomor 4 (V4) hingga proses ekstraksi berakhir. Ekstrak total dari bejana penampung dapat diakses melalui keran nomor 9 (V9). Ekstraksi dilakukan sebanyak dua kali pengulangan. Prosedur yang sama dilakukan pada setiap dua kali pengenceran 50% dari pelarut 1,6% cuka aren.

Ekstrak besi yang diperoleh dari hasil pemisahan ditampung ke dalam botol vial coklat. Ekstrak diukur konsentrasinya menggunakan spektrometer serapan atom. Konsentrasi optimal pelarut dapat ditentukan.

3.2.5 Ekstraksi Daun Singkong dengan Cuka Sintesis Menggunakan Armfield UOP4 Solid-Liquid Extraction Unit

Pelarut cuka sintesis yang memiliki konsentrasi yang sama dengan pelarut cuka aren yang menghasilkan ekstrak besi paling optimum, dilakukan prosedur yang sama seperti 3.2.3.

Ekstrak besi yang diperoleh dari hasil pemisahan ditampung ke dalam botol vial coklat. Ekstrak diukur konsentrasinya menggunakan spektrometer serapan atom. Konsentrasi ekstrak besi dapat ditentukan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Preparasi Daun singkong

Proses pengeringan daun singkong sebelum ekstraksi bertujuan untuk menghilangkan kadar air yang terdapat pada daun singkong dan pengotor yang akan mengganggu proses ekstraksi. Penggerusan bertujuan untuk meningkatkan efektivitas kelarutan analit pada pelarut yang dapat dicapai dengan memperkecil ukuran bahan ekstraksi sehingga bahan padatan yang akan diekstraksi memiliki permukaan yang seluas mungkin. Pembungkusan sampel dengan kertas saring bertujuan agar pada saat akhir ekstraksi sampel padatan dapat diambil dalam bejana ekstraksi dengan mudah dilakukan dan tidak menyumbat jalur pipa pada *Armfield UOP4 Solid-Liquid Extraction Unit*.

Pada *Armfield UOP4 Solid-Liquid Extraction Unit* semakin lama proses ekstraksi yang dilakukan maka semakin banyak besinya dapat diekstrak. Dari penelitian sebelumnya disebutkan bahwa hasil ekstrak berbanding lurus dengan durasi proses ekstraksi [6].

Pada penelitian sebelumnya didapatkan bahwa apabila proses ekstraksi dilakukan pada suhu yang lebih tinggi maka hasil ekstraksi pun akan semakin meningkat. Hal ini dikarenakan kenaikan suhu akan menyebabkan gerakan molekul pelarut semakin cepat dan acak. Sehingga tumbukan antara molekul sampel padatan dan pelarut akan lebih sering terjadi. Dan hal ini yang menyebabkan reaksi atau proses ekstraksi akan lebih sering terjadi pula.

Selain itu, kenaikan suhu menyebabkan pori-pori padatan sampel yaitu batuan kalkopirit mengembang sehingga memudahkan pelarut untuk berdifusi masuk ke dalam pori-pori padatan batuan dan melarutkan besi. Suhu memberikan pengaruh terhadap kinetika ekstraksi, dimana konsentrasi besi dalam pelarut pada akhir ekstraksi meningkat seiring dengan naiknya suhu. Hal ini dikarenakan dengan kenaikan suhu laju reaksi pun akan meningkat, sehingga semakin tinggi suhu yang digunakan maka laju reaksi (kinetika) pun akan semakin cepat. Suhu 100°C merupakan suhu maksimal alat *Armfield UOP4 Solid-Liquid Extraction Unit*[11].

Penggunaan asam asetat sebagai pelarut dalam ekstraksi yaitu untuk mendapatkan suasana asam. Selain itu apabila menggunakan pelarut yang bersifat basa maka logam besi dapat terhidrolisis menjadi bentuk oksidanya sehingga logam besi dapat mengendap. Pelarut harus berupa senyawa asam karena garam yang akan diekstrak (besi) dapat larut baik pada pelarut asam, sedangkan jika menggunakan pelarut basa maka logam besi akan terhidrolisis menjadi bentuk oksidanya dan akan mengendap, sehingga kandungan logam besi pada hasil ekstraksi tak dapat ditentukan secara tepat. Selain itu jika terbentuk endapan maka dikhawatirkan endapan ini dapat mengganggu dan menyumbat pipa-pipa pada alat *Armfield UOP4 Solid-Liquid Extraction Unit*.

Asam asetat atau cuka aren dipilih sebagai pelarut dalam proses ekstraksi ini dikarenakan cuka aren merupakan asam kuat, tidak mudah terbakar, tidak bersifat korosif dan toksik. Setelah di uji pHnya asam asetat alami atau cuka aren rentang pHnya berada antara pH 3,18 – 3,32.

Cuka aren memiliki kadar asam asetat yang rendah. Pada proses ekstraksi penggunaan cuka aren lebih aman dikarenakan bau asam asetat yang tidak terlalu pekat dan ada bau harum seperti nira. Sehingga penggunaan cuka aren saat proses pengerjaan tidak akan mengganggu peneliti. Selain itu dalam proses pembuatannya pun cuka aren lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan cuka sintesis. Sehingga setelah proses produksi jika limbah tersebut dibuang langsung ke lingkungan tidak terlalu membahayakan, karena limbah-limbah tersebut yang berasal dari tanaman dapat didegradasi oleh alam. Sehingga meskipun diproduksi dalam skala yang besar tidak terlalu merusak lingkungan.

Penggunaan asam sebagai pelarut dalam ekstraksi yaitu untuk mendapatkan suasana

asam, pada intinya pengaturan pH yang diperlukan dalam kondisi ekstraksi. Konsentrasi cuka aren yang dicobakan dalam penelitian ini adalah 0,02%; 0,04%; 0,06%, 0,08% dan 0,1%. Karena cuka aren ini merupakan asam kuat maka pH larutan tidak lebih dari 3,5. Dapat dilihat dari pengukuran pH setiap konsentrasi pada Tabel 4.1 di bawah ini.

Table 4.1 pH pelarut setiap konsentrasi

Konsentrasi Cuka Aren	pH
0,02%	3,332
0,04%	3,329
0,06%	3,322
0,08%	3,312
0,1%	3,296

Hasil dari ekstrak yaitu larutan hijau-bening, pemilihan cuka aren sebagai pelarut ini karena untuk mengetahui berapa banyak besi yang dapat terekstrak pada sampel tanaman/sayuran. Senyawa yang akan diekstrak yaitu garam anorganik yang dapat larut baik pada pelarut asam. Lalu produk yang didapat dianalisis dengan spectrometer serapan atom, sehingga didapat absorbansi dan konsentrasi Fe.

Ekstrak besi total yang diperoleh dari hasil pengulangan sebanyak dua kali tersebut, data nilai konsentrasi besi hasil ekstraksi yang disajikan dalam Gambar 4.2.

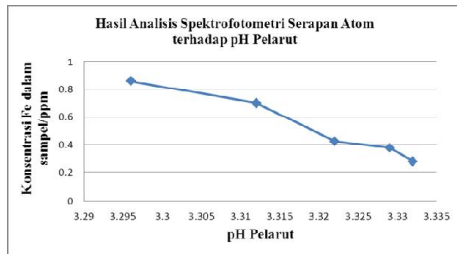


Gambar 4.2 Grafik hasil ekstraksi daun singkong menggunakan *Armfield UOP4 solid-liquid extraction unit* terhadap variasi konsentrasi pelarut cuka aren

Gambar 4.2 di atas menunjukkan konsentrasi cuka aren yang memberikan hasil ekstraksi paling baik adalah konsentrasi 0,1% dengan konsentrasi Fe yang terekstrak sebesar 0,8605 ppm. Selain itu, pada gambar 4.2 di atas menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi pelarut, maka semakin besar pula konsentrasi Fe

yang dapat terekstrak.

Data konsentrasi Fe hasil ekstraksi tersebut juga diplotkan terhadap pH pelarut seperti yang disajikan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik hasil ekstraksi Fe dari daun singkong menggunakan *Armfield UOP4 solid-liquid extraction unit* terhadap pH pelarut cuka aren

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa pH pelarut yang memberikan hasil ekstraksi paling baik adalah pH 3,296 dengan konsentrasi Fe yang terekstrak sebesar 0,8605 ppm pada konsentrasi pelarut 0,1%. Hal ini membuktikan bahwa semakin besar konsentrasi pelarut dan semakin rendah pH-nya, maka semakin besar konsentrasi Fe yang terekstrak.

Untuk ekstraksi besi dari daun singkong pada variasi konsentrasi pelarut cuka aren didapatkan bahwa hasil ekstraksi terbaik, yaitu sebesar 0,8605 ppm dengan konsentrasi pelarut cuka aren 0,1% pada pH 3,296.

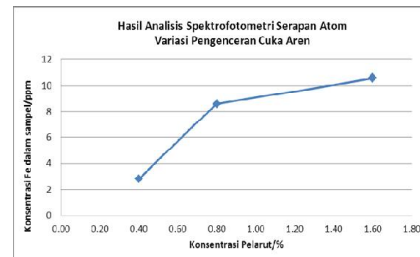
Pada ekstraksi besi dalam daun singkong dengan menggunakan pengenceran pelarut cuka aren, ekstraksi padat-cair yang dilakukan pada tahap ini adalah ekstraksi untuk membandingkan ekstraksi besi dari daun singkong dengan variasi konsentrasi dari prosedur sebelumnya dapat dipakai sebagai acuan dalam penggunaan metode ekstraksi dengan pelarut cuka aren pada material organik. Pada tahap ini, dilakukan prosedur yang sama seperti variasi konsentrasi pelarut cuka aren. Ekstraksi dilakukan dengan metode pengenceran pada pelarut cuka aren dari . Pelarut cuka aren yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.6 berikut ini.

Table 4.2 Pengenceran pelarut cuka aren

Volume Pelarut Cuka Aren : Air	Konsentrasi Cuka Aren	pH
1 : 0	1,6%	3,18
1 : 1	0,8%	3,22
1 : 3	0,4%	3,25

Hasil dari ekstrak yang didapat dianalisis dengan spektrometer serapan atom, sehingga didapat absorbansi dan konsentrasi Fe.

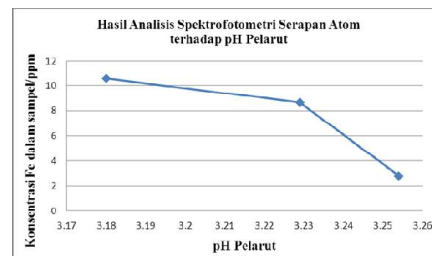
Ekstrak besi total yang diperoleh dari hasil pengulangan sebanyak dua kali tersebut, data nilai konsentrasi besi hasil ekstraksi yang disajikan dalam Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik hasil ekstraksi Fe dari daun singkong menggunakan *Armfield UOP4 solid-liquid extraction unit* terhadap variasi pengenceran pelarut cuka aren.

Gambar 4.5 di atas menunjukkan pelarut cuka aren yang memberikan hasil ekstraksi paling baik adalah volume pelarut : air, 1:0 pada konsentrasi 1,6% dengan konsentrasi Fe yang terekstrak sebesar 10,6477 ppm. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi pelarut, maka semakin besar pula konsentrasi Fe yang dapat terekstrak.

Data konsentrasi Fe hasil ekstraksi tersebut juga di plotkan terhadap pH pelarut seperti yang disajikan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Grafik hasil ekstraksi Fe dari daun singkong menggunakan *Armfield UOP4 solid-liquid extraction unit* terhadap pH pelarut cuka aren.

Gambar 4.6. menunjukkan bahwa pH pelarut yang memberikan hasil ekstraksi paling baik adalah pH 3,10 dengan konsentrasi Fe yang terekstrak sebesar 10,6477 ppm pada konsentrasi pelarut 1,6%. Berdasarkan pada tahap ekstraksi variasi konsentrasi dan variasi pengenceran dapat diperoleh kesimpulan bahwa semakin besar konsentrasi pelarut dan semakin rendah pH-nya, maka semakin besar konsentrasi Fe yang terekstrak.

Untuk ekstraksi besi dari daun singkong pada variasi pengenceran pelarut cuka aren didapatkan bahwa hasil ekstraksi terbaik, yaitu sebesar 10,5605 ppm dengan konsentrasi pelarut cuka aren 1,6% pada pH 3,18.

Ekstraksi Fe dari daun singkong menggunakan *Armfield UOP4 solid-liquid extraction unit* dengan Pelarut Cuka sintesis bertujuan untuk membandingkan seberapa efektif dan efisien cuka aren yang digunakan sebagai pelarut proses ekstraksi dengan alat menggunakan *Armfield UOP4 Solid-Liquid Extraction Unit*, maka dilakukan perbandingan dengan menggunakan pelarut lain. Dalam penelitian ini digunakan pelarut cuka sintesis. Hal ini dikarenakan oleh beberapa hal yaitu :

1. Cuka dapat langsung digunakan sebagai pelarut, tanpa ada proses pemisahan terlebih dahulu.
2. Cuka memiliki konsentrasi asam asetat yang lebih tinggi yaitu 25%, sedangkan cuka aren hanya sekitar 2-4%. Sehingga dalam proses pembuatan pelarut hanya dibutuhkan volume yang jauh lebih sedikit di bandingkan dengan cuka aren.
3. Kandungan besi pada hasil ekstraksi dengan menggunakan pelarut cuka lebih tinggi dibandingkan dengan cuka aren berdasarkan penelitian sebelumnya tetapi dengan sampel batuan kalkopirit [6].

Ekstraksi dengan menggunakan pelarut cuka sintesis ini dilakukan dengan prosedur yang sama seperti prosedur sebelumnya. Namun, karena ekstraksi ini bertujuan sebagai pembandingan, maka ekstraksi dilakukan menggunakan pelarut cuka sintesis dengan konsentrasi yang sama dengan konsentrasi pelarut cuka aren yang memberikan hasil konsentrasi besi yang terbaik. Dari prosedur sebelumnya didapatkan bahwa hasil terbaik dihasilkan oleh pelarut cuka aren dengan konsentrasi 1,6%, maka pada prosedur ekstraksi ini digunakan pelarut cuka sintesis dengan konsentrasi 1,6% juga. Hasil dari ekstrak yang didapat dianalisis dengan spektrofotometer serapan atom, sehingga didapat absorbansi dan konsentrasi Fe. Data hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 4.3 dibawah ini.

Dari tabel 4.3 didapatkan hasil ekstraksi besi dengan pelarut cuka sintesis 1,6% dengan pH 2,75 sebesar 1,618 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa hasil ekstraksi besi dengan pelarut cuka sintesis lebih kecil dibandingkan dengan pelarut cuka aren 1,6%. Konsentrasi besi dengan pelarut cuka sintesis hanya 15,32% dari konsentrasi besi dengan pelarut cuka aren.

Tabel 4.3 Hasil ekstraksi besi dengan pelarut cuka sintesis

Konsentrasi Pelarut/%	Konsentrasi Fe/ppm	Konsentrasi Fe rata-rata/ppm	pH Pelarut
1,6	1,880	1,618	2,75
	1,357		

Pada penelitian ini didapatkan bahwa pelarut cuka kurang efektif untuk digunakan sebagai pelarut pada proses ekstraksi bila dibandingkan dengan cuka aren. Oleh karena itu, pada penelitian ini sampel yang digunakan adalah sampel organik maka hasil ekstraksi yang didapat dengan pelarut cuka aren lebih banyak bila dibandingkan dengan cuka. Hal ini dikarenakan pada cuka hanya mengandung asam asetat. Kandungan asam asetat pada cuka aren tidak sebanyak dan semurni pada cuka. Asam asetat adalah pelarut polar yang dapat menarik zat besi dari daun singkong. Zat besi yang terdapat pada daun singkong merupakan zat besi non heme (Fe^{3+}) yang merupakan kofaktor enzim. Salah satu enzim yang terdapat dalam daun singkong adalah enzim katalase yang mengikat atom Fe tunggal. Sesuai dengan sifat kimia dari zat besi yang mudah larut pada pelarut polar (pelarut asam), maka zat besi yang berikatan dengan enzim (bersifat polar) dapat ditarik oleh pelarut polar. Hal ini berdasarkan prinsip 'Like Dissolves Like' yang menyebutkan bahwa suatu senyawa cenderung mudah larut dalam pelarut yang memiliki kepolaran yang relatif sama. Selain itu, pada cuka aren masih mengandung beberapa senyawa lain yang memungkinkan senyawa tersebut dapat menarik zat besi.

Cuka aren mengandung sejumlah kecil senyawa alkohol dari sisa hasil fermentasi anaerob. Senyawa alkohol ini dihasilkan dari proses fermentasi nira aren pada tahap fermentasi anaerobik. Senyawa alkohol mengalami proses fermentasi secara aerobik hingga menghasilkan cuka (asam asetat). Berdasarkan standar SNI, cuka aren memiliki kadar asetat sebesar 7,2% dengan kadar alkohol sebesar 1,2%. Pada penelitian ini digunakan cuka aren dengan kadar asam asetat sebesar 1,6%, sehingga masih mengandung kadar senyawa alkohol yang cukup besar. Senyawa alkohol pada cuka aren adalah etanol. Etanol merupakan salah satu pelarut polar. Hal tersebut

memungkinkan untuk etanol dapat menarik besi dari daun singkong pada proses ekstraksi pada penelitian ini. Sehingga konsentrasi besi yang didapatkan cenderung lebih besar dibandingkan dengan pelarut cuka yang hanya mengandung asam asetat.

Selain itu dengan adanya sebagian kecil kandungan air pada cuka aren tersebut menyebabkan sebagian kecil logam besi pada sampel akan mengalami reaksi hidrolisis yang menghasilkan oksida logam dan membentuk endapan. Dikarenakan adanya logam yang membentuk endapan inilah maka perhitungan konsentrasi unsur besi yang terkandung dalam ekstrak menjadi tidak akurat.

Penelitian ini telah dibuktikan bahwa cuka aren dapat digunakan sebagai pelarut yang cocok untuk proses ekstraksi padat-cair dengan menggunakan *Armfield UOP4 Solid-Liquid Extraction Unit*. Sehingga diharapkan untuk selanjutnya proses ekstraksi dengan menggunakan *Armfield UOP4 Solid-Liquid Extraction Unit* pada material organik dapat menggunakan cuka aren (sebagai pelarut) yang proses produksinya lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan cuka.

5. KESIMPULAN

Dari penelitian ini didapatkan kesimpulan yaitu hasil ekstraksi terbaik dengan menggunakan *Armfield UOP4 solid-liquid extraction unit* dari daun singkong dengan pelarut cuka aren yang dilakukan pada suhu 100°C dan laju alir optimum 5%, yaitu konsentrasi besi sebesar 10,5605 ppm dengan konsentrasi pelarut cuka aren 1,6% pada pH 3,18. Hasil ekstraksi dengan menggunakan pelarut cuka aren memiliki konsentrasi besi yang lebih besar bila dibandingkan dengan pelarut cuka sintesis untuk proses ekstraksi padat-cair dari material organik (daun singkong) dengan menggunakan alat *Armfield UOP4 solid-liquid extraction unit*. Cuka aren dapat digunakan sebagai pelarut ramah lingkungan untuk proses ekstraksi padat-cair dari material organik (daun singkong) dengan menggunakan alat *Armfield UOP4 solid-liquid extraction unit*.

6. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih diberikan kepada Jurusan Kimia FMIPA Unpad atas fasilitas yang telah diberikan untuk terlaksananya penelitian

ini dengan baik.

7. DAFTAR PUSTAKA

1. **LYNCH, S.R.** 1997. *Interaction of Iron With Other Nutrient, Nutrition reviews*. Vol 55. Eastern Virginia Medical School. Virginia.
2. **WIRAKUSUMAH, E.S.** 1999. *Perencanaan Menu Anemia Gizi Besi*. Pustaka Pembangunan Swadaya Nusantara. Jakarta
3. **WINARNO, F.G.** 1984. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. Anonymous. 1997.
4. **PRICE, & WILSON.** 1994. *Patofisiologi: Konsep Klinis Proses-proses Penyakit*. Edisi IV, diterjemahkan Oleh Dr. Peter Anugrah. Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
5. **DONG, Y & KE G.** 2005. Spectrophotometric Determination of Palladium after Solid-Liquid Extraction with 4-(2-Pyridylazo)-resorcinol at 900C. Longdong University. Qinyang.
6. **DEDEN, H.** 2009. *Penggunaan Solid-Liquid Extraction Unit untuk Perolehan Kembali (recovery) Tembaga (II) Sulfat*. Skripsi. Universitas Padjadjaran. Jatinangor.
7. **ANONYMOUS.** 1997. *Instruction Manual Solid-Liquid Extraction Unit*. Armfield Limited. England.
8. **TREYBALL, R.E.** 1981. *Mass-Transfer Operations*. 3rd edition. Mc Graw-Hill. New York. Page 717-723.
9. **NAUFAL SN, MULATSIH S, & TRIASIH S** (Ed). 2005. *Anemia Defisiensi Besi : Bioavailabilitas Zat Besi*. Yogyakarta : Medika-Falkultas Kedokteran UGM. Hlm 1-5.
10. **EVI.** 2008. *Cuka Jawa*. Available: <http://gulaaren.blogspot.com/2008/02/cukajawa.html>
11. **NITIS, A. F.** 2010. *Ekstraksi Batuan Kalkopirit dengan menggunakan Armfield UOP4 Solid-Liquid Extraction Unit*. Skripsi. Universitas Padjadjaran. Jatinangor.

DISKUSI

Aan Harvian:

1. Apakah pernah dilakukan perbandingan metode antara yang dikerjakan oleh Nandya dengan metode lain?
2. Apakah mempelajari komposisi cuka aren dan pengaruhnya?

Nandya Rahmawati:

1. Penelitian ini merupakan penelitian yang pertama kali digunakan metode ekstraksi padat cair.
2. Pengaruh lain dari alkohol